

Trabajo de Fin de Grado
Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

**Diseño de nuevos accesos a los pozos de
registro de la línea de Metro de Barcelona**

MEMORIA

Autor: Albert David Gil Martínez
Director/s: Emilio Angulo Navarro
Convocatoria: Enero 2016



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Industrial de Barcelona



RESUMEN

El objetivo del proyecto ha sido realizar el diseño de nuevos accesos a los pozos de registro de la línea de Metro de Barcelona, estos accesos están formados por escalas verticales y plataformas que permiten a los operarios realizar el mantenimiento preventivo de los elementos electromecánicos que se puedan encontrar en el interior del pozo. Contribuyendo de esta manera al buen funcionamiento de la línea de Metro de Barcelona.

Con este propósito se ha utilizado el siguiente método: trabajo de campo para realizar las observaciones necesarias en los pozos de registro, diseño de los nuevos accesos de manera modular teniendo en cuenta la normativa y las especificaciones concretas del proyecto, realización de los planos necesarios para que la instalación de los módulos en el pozo de registros se realice satisfactoriamente.

Como resultado del proyecto se han obtenido unos planos de fabricación de las escaleras y plataformas necesarias para renovar los accesos, así como planos de los pozos de registro con su composición modular. Además, complementado el proyecto para TMB, se ha realizado un análisis por elementos finitos mediante el software *SolidWorks* de algunos elementos estructurales utilizados asiduamente en los pozos, con el fin de aumentar su resistencia y estabilidad frente al tipo de carga a la que se ven sometidos.

Es un proyecto real y actualmente finalizado.

ÍNDICE

RESUMEN	1
ÍNDICE	2
1. OBJETO	4
2. ALCANCE	4
3. JUSTIFICACIÓN	5
3.1. INDUSTRIAL.....	5
3.2. PERSONAL.....	5
4. INTRODUCCIÓN AL PROYECTO	6
4.1. POZOS DE REGISTRO.....	6
4.2. ESTADO INICIAL DE LOS POZOS	10
4.3. MATERIAL	12
4.4. TIPOLOGIA DE ESCALERAS Y MEDIOS DE ACCESO	13
4.5. SISTEMAS DE SEGURIDAD	14
5. ESPECIFICACIONES	15
5.1. NORMATIVA UNE	15
5.2. ESPECIFICACIONES TMB	17
6. DESARROLLO	19
6.1. PROCEDIMIENTO.....	19
6.2. DISEÑOS ESPECIALES	20
6.3. RENOVACIÓN DE LOS ACCESOS.....	26
6.3.1. MONUMENTAL.....	26
6.3.2. BAC DE RODA.....	28
6.3.3. VIRREI AMAT.....	29
6.3.4. BELLVITGE	31
6.3.5. CANYELLES	32
6.4. CALCULOS	35
6.4.1. ANCLAJE.....	36
6.4.2. PELDAÑO.....	43
6.4.3. ESCALA CON PELDAÑOS	49
7. PRESUPUESTOS	54
8. PLANIFICACIÓN	55

9. IMPACTO AMBIENTAL	56
10. CONCLUSIONES	57
11. GLOSARIO	58
12. BIBLIOGRAFIA	60
13. ANEXOS	61

1. OBJETO

El proyecto presente trata sobre el diseño de nuevos accesos a los pozos de registro de la línea de metro de Barcelona, estos pueden ser de dos tipos: ventilación o agotamiento. El diseño únicamente engloba el acceso al pozo, mediante las escaleras y plataformas convenientes, por lo que no modifica su geometría ya que la obra civil no se ve alterada. El acceso se ha estructurado modularmente, el conjunto de estos módulos conforma el acceso al pozo de registro.

Se ha realizado el análisis de elementos finitos (FEA) de algunos elementos estructurales, usados en el proyecto real, con el fin de mejorar su resistencia.

2. ALCANCE

Para la realización del diseño de nuevos accesos a los pozos de registro de la línea de Metro se ha seguido el siguiente proceso:

- Visitar los pozos afectados.
- Tomar medidas del entorno.
- Tratar la normativa perteneciente al ámbito del proyecto, escalas verticales en pozos de registro, plataformas de trabajo y pasarelas, dispositivos de anclajes y dispositivos anticaídas.
- Conocer la tipología de escaleras existentes en el mercado actual.
- Diseñar nuevos módulos (escaleras, plataformas, etc.).
- Realizar planos de fabricación y planos de montaje.
- Diseñar los nuevos accesos a los pozos de registro.
- Realizar los planos de los pozos, con la estructura y los componentes necesarios para la renovación del acceso.
- Considerar el impacto ambiental del proyecto en el entorno.
- Realizar el presupuesto del proyecto.

De los 22 pozos reacondicionados, únicamente se detallará con más profundidad en esta memoria 5 de ellos, que son aquellos que muestran una característica más variada y representan diferentes tipologías de geometría.

Además del diseño de los nuevos accesos a los pozos, se han rediseñado ciertos elementos estructurales utilizados frecuentemente. Es el caso del peldaño de la escala, el montante de la escala y el anclaje utilizado para fijar los módulos a la pared del pozo.

En este proyecto no se considera el proceso de fabricación de los módulos diseñados, ni su montaje en los pozos de registro.

3. JUSTIFICACIÓN

3.1. INDUSTRIAL

En la red de TMB existen pozos de registro, en concreto de ventilación y agotamiento, que no disponen de un acceso seguro desde el exterior, el acceso a estos pozos está actualmente limitado a situaciones extraordinarias, hecho que conlleva una repercusión negativa en el mantenimiento preventivo planificado de los sistemas electromecánicos. Dado el gran número de pozos que se encuentran en esta situación, se considera conveniente la mejora de los accesos a los pozos afectados por orden de prioridad.

En consecuencia, TMB propone la renovación de los accesos a los pozos. En primer lugar, TMB contrata a una empresa llamada Repsinter, con la que está acostumbrada a trabajar y que realiza todo tipo de proyectos industriales. Aun así, dada la poca experiencia de Repsinter en la normativa de pozos de registro y en la fabricación de escalas verticales y plataformas de aluminio, esta última contrata a la empresa ESLA (European Special Ladders) experta en el ámbito y que proporciona el material necesario, para la que el autor de esta memoria trabaja. Repsinter será la encargada de realizar el montaje en el pozo de las escaleras y plataformas suministradas y de retirar la estructura obsoleta, es por este motivo que ese proceso no será tratado en la memoria. Se trata de un proyecto real, actualmente finalizado.

3.2. PERSONAL

Este proyecto fue designado como mi principal cometido durante las prácticas externas curriculares que realice durante el periodo de marzo a julio en la empresa ESLA (European Special Ladders). Han sido mis primeros pasos en el mundo laboral y poder realizar un proyecto donde se me han otorgado responsabilidades de ingeniero ha sido una experiencia muy satisfactoria y gratificante.

Es un proyecto en el que he podido emplear diversos conocimientos adquiridos durante mi etapa universitaria, en el Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales. He tenido que emplear conocimientos del software *SolidWorks*, obtenidos en asignaturas como Expresión Gráfica, Diseño Asistido por Ordenador o Simulaciones Gráficas 3D; conocimientos sobre el uso y resistencia de los materiales y sus procesos de fabricación, obtenidos en asignaturas como Mecánica de los Medios Continuos, Resistencia de Materiales o Sistemas de Fabricación.

Como resultado, por los motivos citados anteriormente, considero que 'Diseño de nuevos accesos a los pozos de registro de la línea de Metro de Barcelona' es un proyecto adecuado para ser tratado en un trabajo final de grado.

4. INTRODUCCIÓN AL PROYECTO

4.1. POZOS DE REGISTRO

Un pozo de registro, también denominado de visita, es un elemento de la infraestructura urbana que permite el acceso, desde la superficie a diversas instalaciones subterráneas de servicios públicos, ya sean tuberías de sistemas de alcantarillado, redes de distribución de energía eléctrica, teléfonos o gas natural, etc.

Un pozo de registro cumple dos funciones principales:

- Facilitar el acceso para realizar tareas de inspección, mantenimiento o reparación de las infraestructuras o elementos electromecánicos que se pueden encontrar dentro del pozo.
- Permitir la ventilación de la red de la línea de Metro, evitando de esta manera la acumulación de gases tóxicos.

El acceso al pozo de registro está protegido por una tapa de registro, que puede estar construida con hierro fundido, hormigón, tramex de acero o plástico reforzado con fibra de vidrio (Figura 1). Si el pozo es muy profundo se instala una escalera adosada a la pared. La sección vertical de este se denomina chimenea y suele estar construida en la mayoría de casos con módulos prefabricados de hormigón armado. En todos los casos las paredes tienen un espesor de entre 10 y 20 cm.



Figura 1. Tapa de registro de tramex.

En este proyecto se consideran dos tipos de pozos, de ventilación o de agotamiento.

Los pozos de ventilación son usados para permitir la renovación del aire de los túneles del Metro, así como para permitir la evacuación de gases tóxicos. La forma que tienen estos pozos puede ser muy variada tal y como se observa en la Figura 2. Disponen de ventiladores de gran tamaño capaces de arrastrar una gran corriente de aire. En la Figura 3 se observa un ventilador de la línea 9 del Metro de Barcelona, equipado con dos ventiladores de 2,4 m de diámetro. Es de suma importancia ventilar los túneles y las estaciones, ya que como se ha comentado anteriormente, en caso de incendio, el objetivo es conducir los humos fuera de los caminos de evacuación y renovar el aire de los andenes de manera que se garantice en todo momento que siempre es salubre y respirable. Además, el sistema de ventilación también ayuda a controlar la temperatura en el interior de las estaciones.

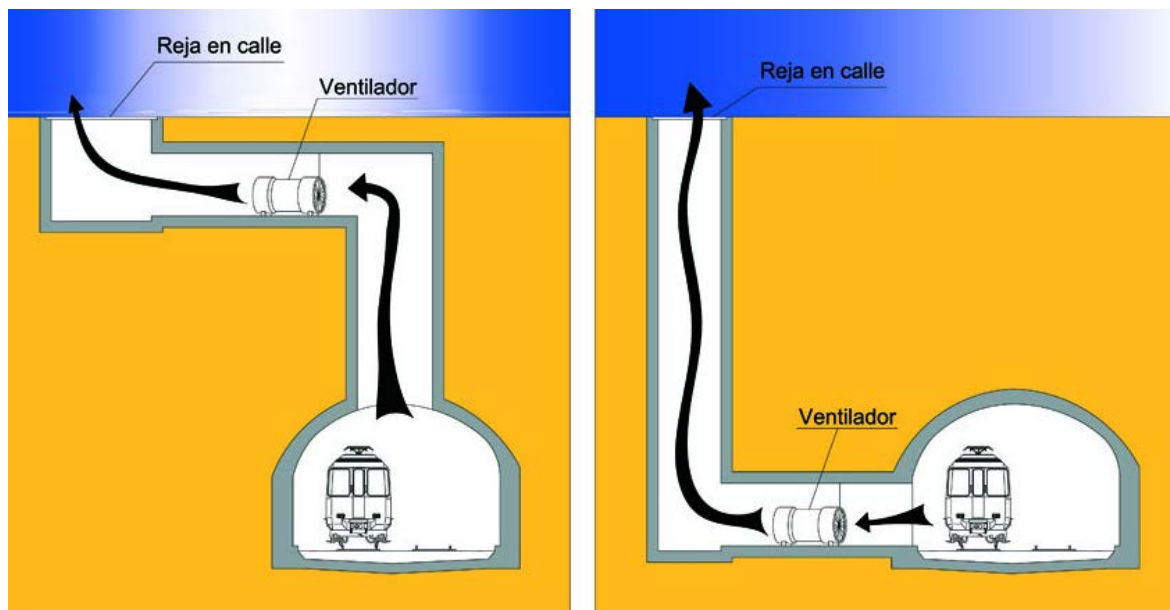


Figura 2. Diferentes disposiciones de túneles de ventilación.



Figura 3. Ventilador de gran tamaño.

El sistema de ventilación de una línea de metro consiste en un esquema en el que se representan los diferentes elementos de ventilación que existen en un tramo de línea, habitualmente una estación y tramos de túnel a cada lado, y ver en qué sentido impulsan o extraen el aire. Este esquema puede trabajar de dos maneras diferentes, en una situación normal y en caso de emergencia.

Existen dos tipos de elementos de ventilación:

- En los túneles se utilizan pozos. Se trata de conexiones túnel-exteriores equipados con ventiladores normalmente, pero pudiera ser que no, como es el caso de los pozos de compensación que expulsan el aire a través de ellos gracias a la corriente de aire que desplaza el tren a su paso por el túnel. Engloban la mayoría de pozos de registro para los que se ha renovado el acceso en este proyecto.
- En la estación se puede tener conductos a lo largo del andén que impulsan o extraen el aire o que no exista ninguno, se trataría entonces de una ventilación natural.

El esquema presentado en la Figura 4 es el esquema tipo que se utiliza en la red de Metro de Barcelona, en cada caso particular se adapta a las condiciones de la infraestructura existente.

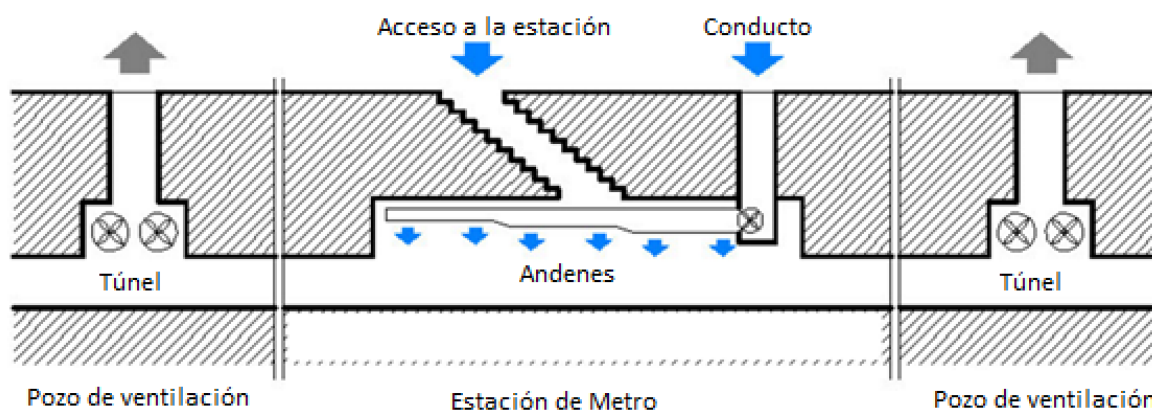


Figura 4. Esquema tipo de la red de Metro de Barcelona.

Como se puede observar el proceso consiste en expulsar el aire viciado a través de ventiladores en los pozos del túnel (flechas grises) e introducir aire limpio en los andenes a través de un conducto o del propio acceso a la estación (flechas azules). Esto sucede ya que se saca más aire del que se mete mediante ventiladores, así que por los accesos de la estación también entra aire, por compensación natural. Este aire recorre toda la estación y el túnel hasta finalmente salir por los pozos de ventilación.

En el caso de una emergencia, como pudiera ser un incendio en el interior de la estación o de los túneles, el esquema es muy parecido al anterior, pero en este caso se aumentan los caudales de ventilación de los pozos del túnel. De esta manera se consigue que por los accesos de la estación penetre más aire. El objetivo de esto, es conseguir que los humos se extraigan únicamente por los pozos del túnel y no por los accesos de la estación, así que los pasajeros en caso de evacuación, se encontrarían con una corriente de aire limpio en su cara que ejercería de barrera a los humos.

Esta sería el tipo de actuación habitual ante un caso de emergencia, pero se podría actuar si la situación lo requiriera, apagando la ventilación con tal de no avivar el incendio. Esta decisión está en manos de los equipos de emergencia.

Una observación interesante, es que con anterioridad se colocaban puertas en los accesos a las estaciones de Metro. Actualmente esto ya no sucede así y las que quedan se intentan mantener siempre abiertas, esto es por lo citado anteriormente, simplemente un asunto de renovación de aire a través de las líneas de metro. Las puertas imposibilitarían el proceso.

Por otro lado, los pozos de agotamiento sirven para evacuar el agua estancada en las líneas de Metro, debido a la lluvia y a la profundidad del pozo. Es frecuente que al hacer una excavación más o menos profunda aparezca agua. Esto sucede ya que se excava por debajo del nivel freático, entonces es necesaria la extracción continua del agua. El procedimiento más común es el agotamiento mediante bombas en caso de que las filtraciones de agua sean pequeñas y fluyan de una forma regular.

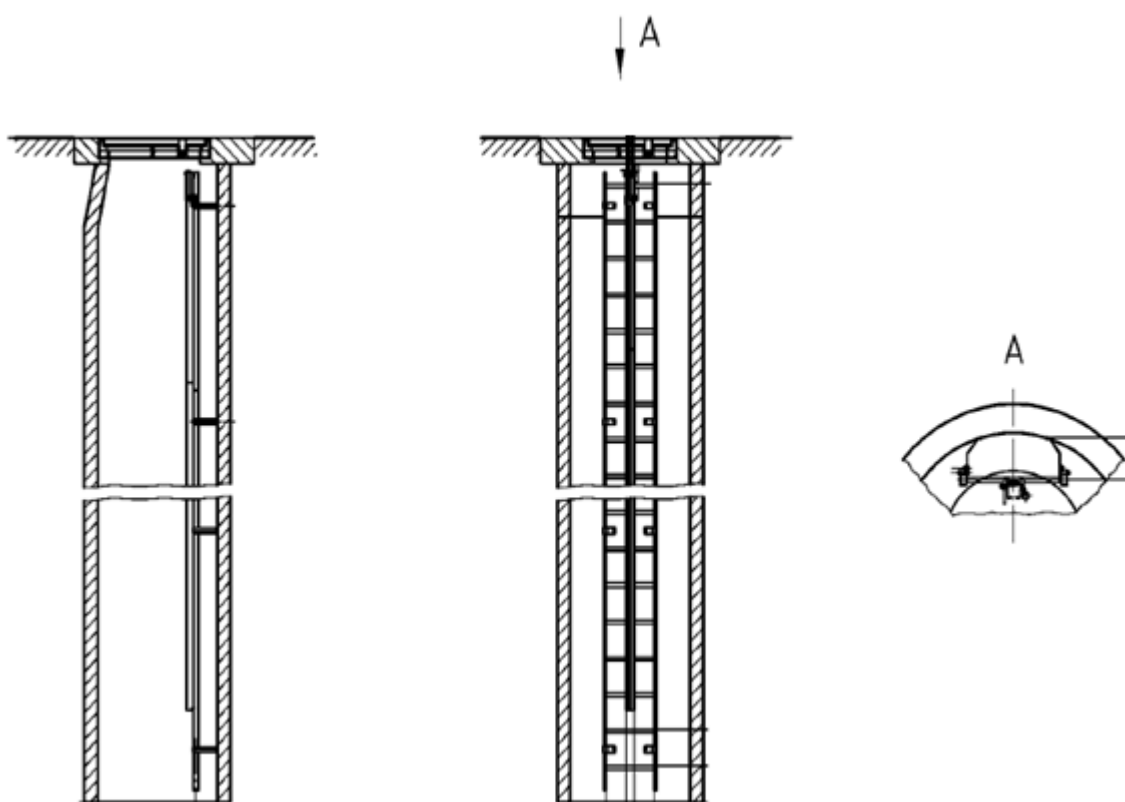


Figura 5. Acceso a un pozo de registro a través de escala vertical.

4.2. ESTADO INICIAL DE LOS POZOS

TMB exigía la renovación de 22 accesos a pozos de registro de la línea de Metro de Barcelona, formados por escalas verticales, escaleras con peldaños y plataformas. El mal estado de estos accesos provocaba que los operarios de mantenimiento se negaran a utilizarlos ya que no cumplían con la normativa actual, estaban completamente desfasados. Por este motivo, el correcto mantenimiento de los elementos electromecánicos que contribuyen al adecuado funcionamiento de las líneas de Metro, ya sean ventiladores o bombas de agua, se convertía en una tarea compleja.

En la mayoría de casos las escalas y plataformas eran de hierro forjado, que con el paso del tiempo estaban oxidadas. En pocas ocasiones se trataba de una instalación un poco más moderna.

En la Figura 6 y Figura 7 se puede apreciar el estado de uno de los pozos, en concreto el de Passeig de Gràcia situado en Passeig de Gràcia 12-14.



Figura 6. Acceso inicial a pozo de Passeig de Gràcia (primer desnivel).



Figura 7. Segundo desnivel de pozo de Passeig de Gràcia.

Los 22 pozos afectados corresponden a:

	TIPUS	NUM.	ESTACIÓ	Accés a cambra	Situació Reixa	H. POU
1	PE	2-15-2	MONUMENTAL	Trapa a vorera	Gran Via Corts Catalanes, 741	4,66 + 13,5
2	PE/VT	2-19-1	BAC DE RODA	Trapa a reixa inclinada	Aragó, 659 / Guipúscoa, 1	14,3
3	PE/VT	2-21-1	LA PAU	Trapa a reixa a vorera	Guipúscoa, 137	13,4
4	PE/VT	2-24-2	SAN ROC	Trapa a reixa a parterre	Av. Marques de Montroig, 211	9,95
5	PE/VT	4-16-1	MARESME	Trapa a reixa a parterre	Rambla Prim amb Carrer Llull	10,1
6	PE	4-16-1	MARESME	Trapa a vorera	Avda. Diagonal	3,8 + 7
7	PE	5-29-1	VIRREI AMAT	Trapa a vorera	Carrer Costa i Cuxart 29	10
8	PE/VT	2-20-1	SANT MARTÍ	Trapa a reixa a calçada	C/ Guipúscoa, 65	10
9	PE	1-29-1	MARINA	Trapa a reixa a parc	Parc de l'Estació del Nord	3,4 + 3 + 8
10	PE	1-12-1	BELLVITGE	Trapa a vorera	Rbla. Marina	9,5
11	PE	1-11-1	HOSP. DE BELLVITGE	Trapa a reixa a parterre	Zona aparcament hospital	2 + 7,5
12	FS	9-30-6	SAGRERA	Trapa a reixa a vorera	Carrer Felip II, 101-103	6,2
13	VT	4-31-1	MARAGALL	Trapa a vorera	Túnel i Rda. Guinardó / Arte	3,3 + 5
14	VE	5-21-1 i 2	DIAGONAL	Trapa a reixa a vorera	Rbla. Catalunya, 113	15
15	VT	3-39-2	TRINITAT NOVA	Trapa a reixa a parterre	Parc Trinitat Nova C/Tamariu, 2	6,5
16	VT	3-31-2	VALLCARCA	2 Trapes a reixa a vorera	Av. Hospital Militar 122-124	3,15
17	VT	3-26-3	CATALUNYA	Trapa a reixa a parterre	Plaça Catalunya	5,7
18	VT	4-25-2	PASSEIG DE GRÀCIA	Trapa a reixa a vorera	Pg. Gràcia 12-14	6,78
19	VT	3-33-2	VALL D'HEBRON	Trapa reixa elevada a vorera	Pg. Vall d'Hebron - C/Granja Vella	6
20	VT	3-37-1	CANYELLES	Trapa a reixa a parterre	Plaça Karl Marx	8 + 7,30 + 6,75
21	VE	2-19-2 i 3	BAC DE RODA	Trapa a reixa a vorera	Carrer Guipúscoa 41 / 42	9,21 - 9,22
22	VT	5-20-1 i 2	HOSPITAL CLÍNIC	Trapa a reixa a vorera	Xamfrà Aribau-Roselló	4,3

Figura 8. Los 22 pozos de registro y su situación (memoria proyecto entregado por TMB).

4.3. MATERIAL

La mayoría de escaleras o plataformas que se pueden encontrar hoy en día en el mercado están fabricadas de aluminio, en el pasado se realizaban de hierro forjado. Este material tiene unas características que favorecen su uso en un ambiente industrial. Alguna de las propiedades más importantes del aluminio son:

- Incombustibilidad. Es un material que no arde y no emite ningún tipo de sustancia tóxica. Tiene un punto de fusión d 660°C .
- Maleabilidad. Es un material especialmente maleable, al que se le pueden dar formas muy diversas y por lo tanto se adapta perfectamente a los requerimientos específicos de cada situación.
- Reciclaje. Es 100% reciclable. Puede reciclarse indefinidamente sin perder ninguna de sus propiedades físicas ni su calidad. Por lo que supone un ahorro energético considerable en el proceso productivo de este, y contribuye a un medioambiente sostenible.
- Durabilidad. El aluminio sufre una oxidación natural que crea una capa protectora permanente que lo protege del ataque atmosférico y químico, haciéndolo muy resistente a la corrosión. Esta capa se regenera espontáneamente cuando se elimina de forma accidental. También existen diferentes tipos de tratamiento superficiales que se pueden aplicar al aluminio para aportar aún más durabilidad. Entre los más destacados se encuentran el anodizado y el lacado. El aluminio es capaz de reflejar la radiación ultravioleta y por tanto no sufre cambios químicos o estructurales causados por la exposición solar.
- Resistencia estructural. Es un metal muy ligero con un peso específico de $2,7\text{g/cm}^3$, un tercio del peso del acero. Habitualmente para fines comerciales el aluminio se mezcla con otros metales, ya que de esta manera podemos proporcionar una variedad de características adecuadas para diferentes situaciones de uso. Es conocido que la rigidez no depende únicamente del módulo elástico sino también de la geometría del perfil, por lo que es posible obtener la misma rigidez del acero con la mitad de peso.
- No toxicidad. Es un material inocuo, higiénico e inodoro.



Figura 9. Perfiles de aluminio.

4.4. TIPOLOGIA DE ESCALERAS Y MEDIOS DE ACCESO

Existen diferentes tipos de escaleras o medios de accesos, la elección de uno u otro depende en mayor parte del tipo de trabajo que se vaya a realizar y su frecuencia de uso. En situaciones de trabajo diferentes se han de considerar disposiciones de seguridad diferentes, por ejemplo, no es lo mismo un medio de acceso a una máquina que a una zona de trabajo más general.

Según el grado de inclinación necesario para acceder a la zona de trabajo se puede diferenciar entre los siguientes medios de acceso (UNE-EN ISO 14122-1):

DENOMINACIÓN	INCLINACIÓN	HUELLA
RAMPA	0° - 20°	-
ESCALERA	20° - 45°	> 150 mm
ESCALA DE PELDAÑOS	45° - 75°	> 80 mm
ESCALA	75° - 90°	> 20 mm

Tabla 1. Medios de acceso según su inclinación.

Cuando el medio de acceso se va a utilizar con mucha frecuencia o portando herramientas de gran tamaño se recomienda una inclinación menor y una anchura de paso más amplia.

El tipo de medio de acceso más utilizado durante este proyecto es la escala, ya que en todos los casos se trabaja en pozos verticales donde el objetivo del acceso es descender hasta una superficie de trabajo y se trata de un uso ocasional (mantenimiento). En ocasiones también se utiliza la escala de peldaños cuando la geometría del pozo en cuestión no permite satisfacer la normativa especificada únicamente empleando escalas verticales.

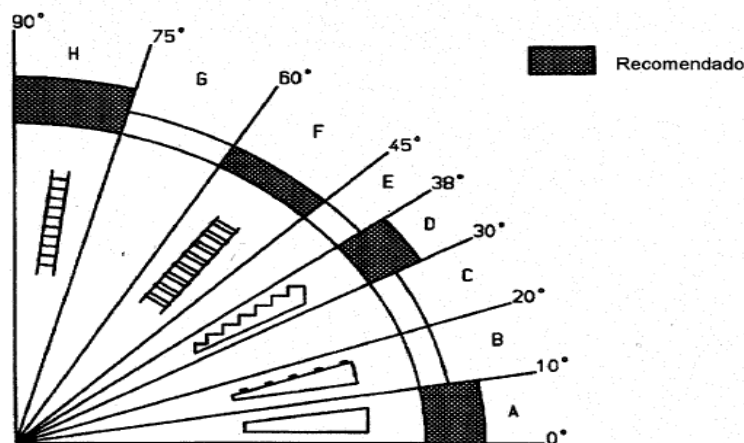


Figura 10. Grado de inclinación recomendado para los diferentes tipos de medios de acceso existentes (UNE-EN ISO 14122-1).

4.5. SISTEMAS DE SEGURIDAD

Según UNE-EN ISO 14122-4.

En determinadas ocasiones las escalas deben disponer de dispositivos de protección contra caídas con tal de garantizar la seguridad. La escala debe disponer de un dispositivo de protección contra caídas cuando:

- La altura del vuelo de la escala es superior a 3 000 mm.
- La altura de la escala es inferior o igual a 3 000 mm, pero existe riesgo de caída al nivel de la plataforma de salida. En este caso, la distancia total de la caída desde el nivel superior de la escala puede ser superior a 3 000 mm. (Se considera que existe un riesgo de caída cuando la distancia del centro de la escala al lado no protegido de la plataforma es inferior a 3 000 mm).

En los casos en los que se debe disponer de un dispositivo de protección contra caídas, se puede optar entre dos alternativas. Las dos principales para la protección de los usuarios de escalas fijas contra caídas desde altura son las jaulas de seguridad o los dispositivos anticaídas.

- La jaula de seguridad se debe elegir prioritariamente, ya que se trata de un medio presente y la función de seguridad real es independiente de la actividad del operador. A pesar de esto, un equipo apropiado de protección individual contra caídas puede detener una caída mejor que una jaula de seguridad.
- Si no es posible utilizar una jaula de seguridad, se debe utilizar un equipo de protección individual. El dispositivo anticaídas solo es efectivo si el usuario decide utilizarlo. Si se utiliza un arnés con un sistema de engancha incompatible con un dispositivo anticaídas deslizante con línea de anclaje rígida, existe un riesgo considerable.

Cabe considerar en cualquier caso que un dispositivo anticaídas debe estar diseñado únicamente para el acceso poco frecuente de personal especializado, como por ejemplo en este proyecto, de mantenimiento.

En este proyecto se utilizará en todos los pozos a excepción de uno (Virrei Amat) el sistema de seguridad de jaula. Por este motivo en la sección siguiente se comentará con más detalle la normativa pertinente.

5. ESPECIFICACIONES

La norma UNE especifica unas características concretas para las escalas fijas verticales y las plataformas que las complementan, sin embargo, TMB exige unas características aún más restrictivas que en algunos casos debido a la geometría del pozo no se han podido satisfacer.

5.1. NORMATIVA UNE

Plataformas

Según norma UNE-EN ISO 14122-4. Generalmente, si la altura a salvar H de las escalas fijas es superior a 6 000 mm, las escalas deben estar provistas de una o más plataformas. En el caso de que existan varios vuelos, la altura h_i de un vuelo de escala entre la zona de salida y la plataforma más próxima, o entre dos plataformas sucesivas, no debe ser superior a 6 000 mm.

Pero, en el caso de un solo vuelo sin plataforma, la altura h entre la zona de salida y la zona de llegada puede ser ampliada hasta 10 000 mm como máximo.

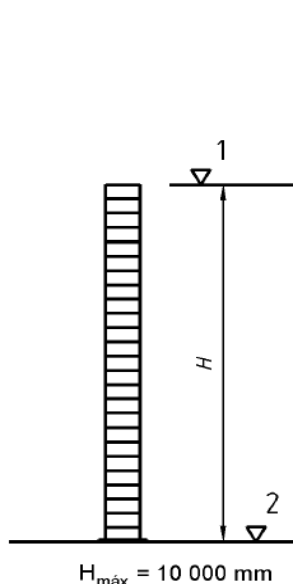


Fig. 1a – Escala sin plataforma (vuelo único)

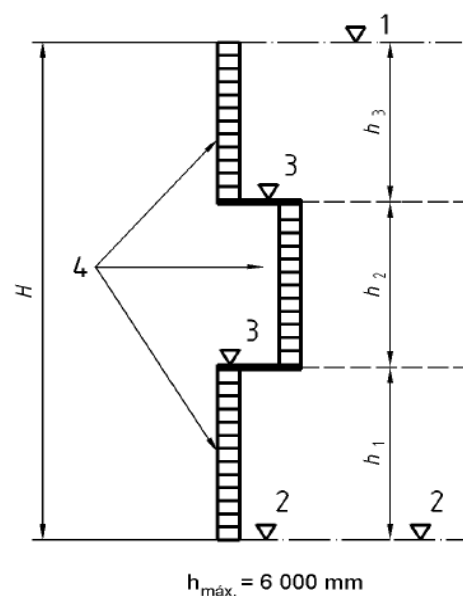


Fig. 1b – Escala con vuelos decalados

Leyenda

- 1 Nivel de llegada
- 2 Nivel de salida
- 3 Plataforma intermedia o descansillo
- 4 Vuelo

Figura 11. Altura de los vuelos y situación de las plataformas.

Jaulas de seguridad

Según norma UNE-EN ISO 14122-4. La parte más baja de la jaula de seguridad, es decir, el aro inferior, debe estar situada a una distancia como mínimo de 2 200 mm del suelo y como máximo 3 000 mm. En la zona de llegada la jaula de seguridad debe prolongarse hasta la altura del guardacuerpos de la zona de llegada (Figura 12).

La distancia entre dos aros no debe ser superior a 1 500 mm y la distancia entre dos elementos verticales de la jaula no debe ser superior a 300 mm (Figura 12). Los aros deben estar fijados a la cara interior de la jaula y repartidos regularmente.

El distanciamiento entre aros y elementos verticales debe estar diseñado de manera tal que en todos los casos la abertura en la jaula de seguridad no sea superior a 0,4 m².

La jaula no es necesaria si las estructuras circundantes por delante y por los lados de la escala proporcionan el mismo grado de protección contra caídas, es decir cuando las dimensiones son similares (Figura 13 y Figura 14).

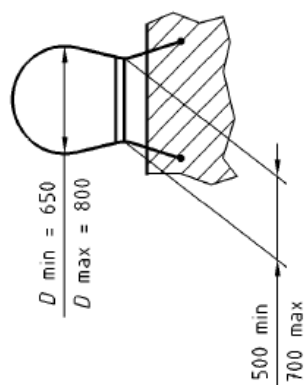


Figura 13. Vista por encima de jaula de seguridad.

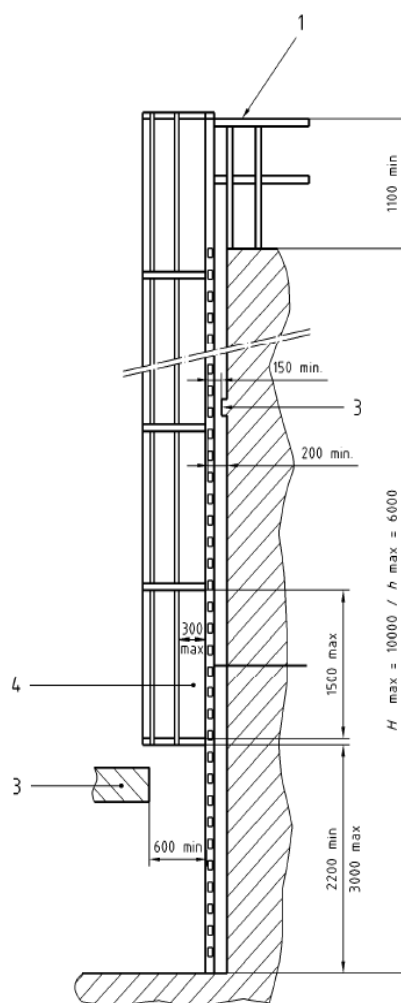


Figura 12. Vista de perfil de jaula de seguridad.
[1] Elemento de conexión, [3] Obstáculo discontinuo,
[4] Abertura en jaula de seguridad

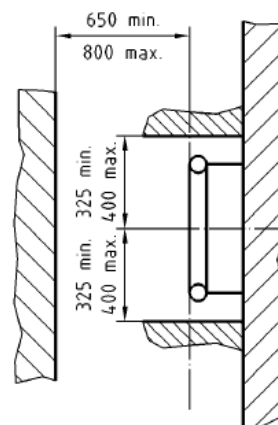


Figura 14. Vista por encima de escala sin jaula de seguridad.

Descansillos

En vuelos de escala decalados, dos vuelos de escala pueden ser adyacentes sin plataforma separada si esto es inevitable debido a la implantación o el entorno. En este caso, el vuelo inferior de la escala debe ser prolongado de manera que el peldaño más alto esté, como mínimo a 1 680 mm por encima de la plataforma [1], con el fin de proporcionar buenos apoyos para las manos del usuario de la escala. La altura del resguardo por encima de la plataforma debe ser, como mínimo de 1 600 mm (Figura 15).

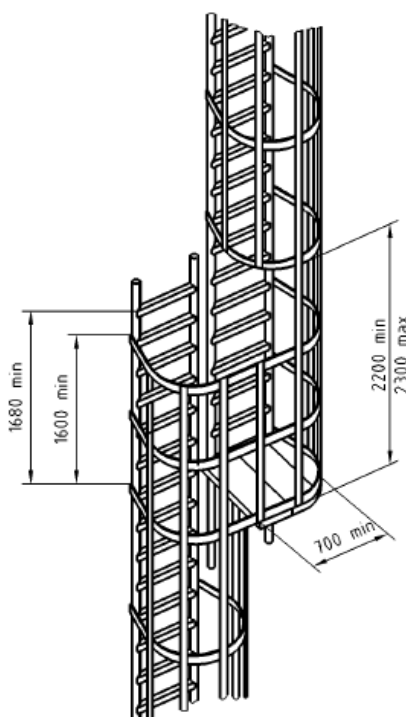


Figura 15. Descansillo.

5.2. ESPECIFICACIONES TMB

Plataformas

[2] La distancia máxima entre plataformas ($h_{\text{máx}}$) ha de ser de 2 500 mm (UNE: $h_{\text{máx}} = 6\,000$ mm).

[3] Las dimensiones de la primera plataforma, la más próxima al nivel de calle, han de ser de 1800 x 850, y el suelo ha de evitar la acumulación de suciedad que pueda provenir de la calle.

Jaula de seguridad

[4] Obligatoriedad de jaula de seguridad en escalas con $h > 2\,500\text{ mm}$ (UNE: $h > 3\,000\text{ mm}$).

Zona de llegada

[5] Parte de la escalera ha de ser extraíble sobresaliendo como mínimo $1\,000\text{ mm}$ por encima de la trapa de acceso.

[6] Altura libre desde el nivel de calle hasta la primera plataforma de 2 m , facilitando la entrada del operario y el posterior cierre de la trapa de acceso desde el interior del pozo (Figura 16).

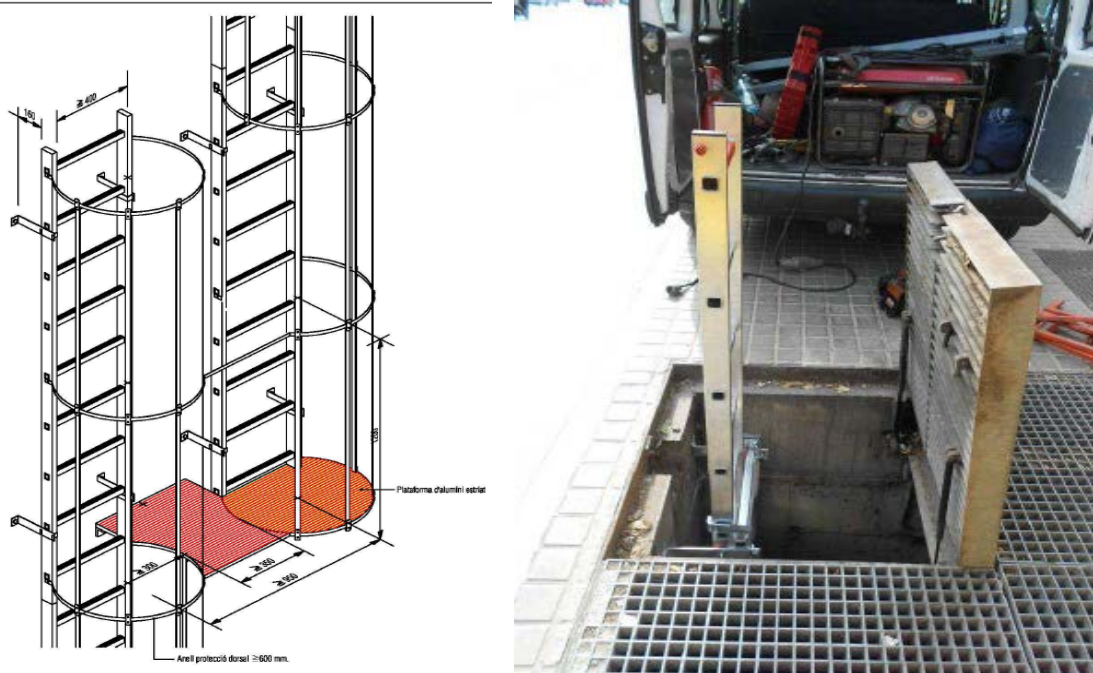


Figura 16. Dimensiones del descansillo. Zona de acceso a pozo con escala extensible.

En algunos casos se permite rebajar estas condiciones, si la geometría del pozo no permite o dificulta su cumplimiento. También se obvian algunas de las condiciones cuando se tiene que añadir una plataforma de más por una distancia muy pequeña. Por ejemplo, si se tiene un desnivel de $4\,600\text{ mm}$ desde el nivel de calle hasta la zona de llegada, se coloca una plataforma inicial a $-2\,000\text{ mm}$ [6] y restarían $2\,600\text{ mm}$ por lo que para cumplir con la especificación [2] habría que colocar otra plataforma a $-4\,500\text{ mm}$, dejando 100 mm desde esta última plataforma hasta el nivel inferior. Esta última plataforma se considera un gasto innecesario por lo que no se considera.

En secciones posteriores se hace referencia a estas especificaciones según la numeración expuesta.

6. DESARROLLO

6.1. PROCEDIMIENTO

Con el fin de realizar el cometido encargado por TMB, se ha seguido el siguiente procedimiento:

1. Visitar los 22 pozos los cuales se querían renovar los accesos. En estas visitas se toman medidas del entorno y de las diferentes alturas, para a posteriori proceder con el diseño de la propuesta adecuada. También se fotografía el lugar, ya que, de esta manera a la hora de diseñar se puede tener una referencia y comprobar cualquier aspecto que se crea conveniente. En las visitas participa un trabajador de la empresa a la que se encargó el proyecto (se encargará de hacer el montaje) y dos trabajadores de la empresa que hará los diseños y el material necesario para renovar los accesos (especializada en escaleras y plataformas).
2. Una vez visitados todos los pozos y tomadas las medidas y fotografías correspondientes, se procede con el diseño de la estructura del pozo. El diseño ha sido realizado mediante el software *SolidWorks*. Cada pozo consta de un archivo, en el que se dibujan las paredes y los obstáculos de este, a continuación, se colocan las escaleras que se adaptan a la geometría del pozo (tuberías, desniveles, irregularidades en las paredes, luminaria) respetando en todo momento la normativa UNE correspondiente y las especificaciones exigidas por TMB. Inicialmente se dispone de una librería de unos módulos ya creados en *SolidWorks* que forman parte del catálogo estándar de la empresa, así como de pequeños elementos a partir de los cuales se pueden ensamblar estructuras más complejas. Debido a las condiciones concretas exigidas en este proyecto, se han tenido que crear nuevos ensamblajes y nuevos elementos. Esta es la parte más compleja del proyecto.
3. Diseñada la estructura de cada pozo, se crea un plano del pozo con todos los módulos que lo componen. Mediante globos numerados y un cajetín se indica en el plano el código de cada módulo y donde tiene que ir situado dentro del pozo.
4. Posteriormente, se procede a realizar el presupuesto.
5. Aceptada la propuesta y el presupuesto por parte del cliente se procede a realizar los planos de los módulos. Cada escalera y plataforma tiene su plano de fabricación, con las medias útiles para fabricar; y su plano de montaje, con los elementos inferiores que lo componen y las medidas más representativas para facilitar el montaje de las estructuras en el pozo por parte de la empresa montadora.

6.2. DISEÑOS ESPECIALES

Como ya se ha comentado anteriormente debido a las características concretas demandadas por parte del cliente, se han tenido que crear nuevos diseños de módulos, ya sean plataformas o escaleras con peldaños. Estas se presentan a continuación.

Plataforma inicial

Con el fin de solventar la acumulación de suciedad proveniente de la calle, se decide diseñar una plataforma de dimensiones 1 800 x 850 con el suelo de tramex de fibra de vidrio [3].

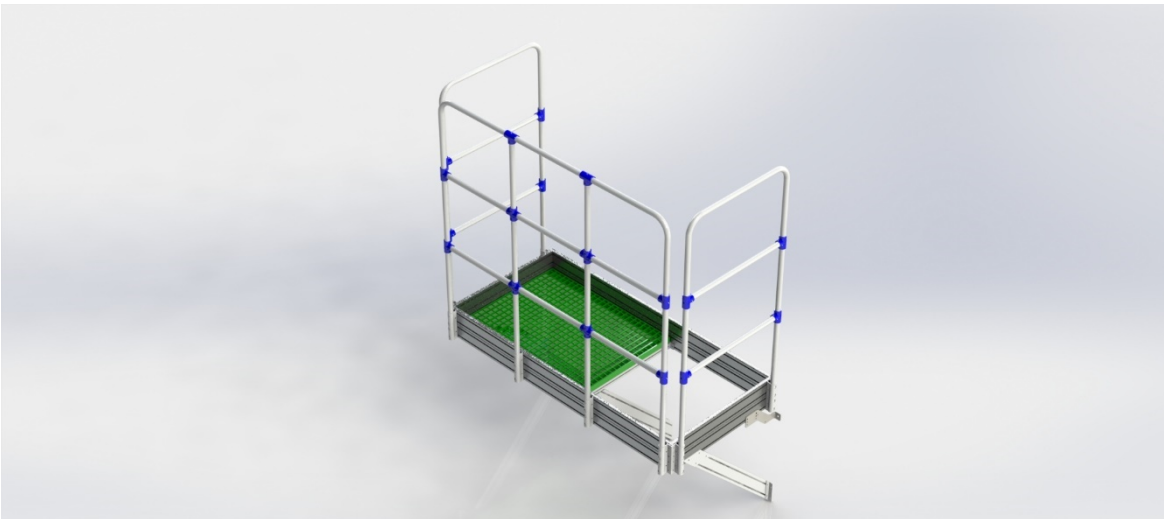


Figura 17. Plataforma inicial con suelo de tramex.

El Poliéster reforzado de Fibra de Vidrio (P.R.F.V.) es un material que se comporta satisfactoriamente en ambientes agresivos. Muchas de las ventajas que proporciona són:

- Resistencia mecánica.
- Facilidad de mecanizado.
- Durabilidad.
- Aislamiento eléctrico.
- Resistencia química.
- Ligereza.
- Resistencia al fuego.
- Acabados antideslizantes.
- El proceso de fabricación de las rejillas de fibra de vidrio (tramex) permite una amplia variedad de geometrías, por lo que su adaptación al proyecto es fácil.

Por todas estas características del material, un suelo de P.R.F.V. se considera una buena solución.

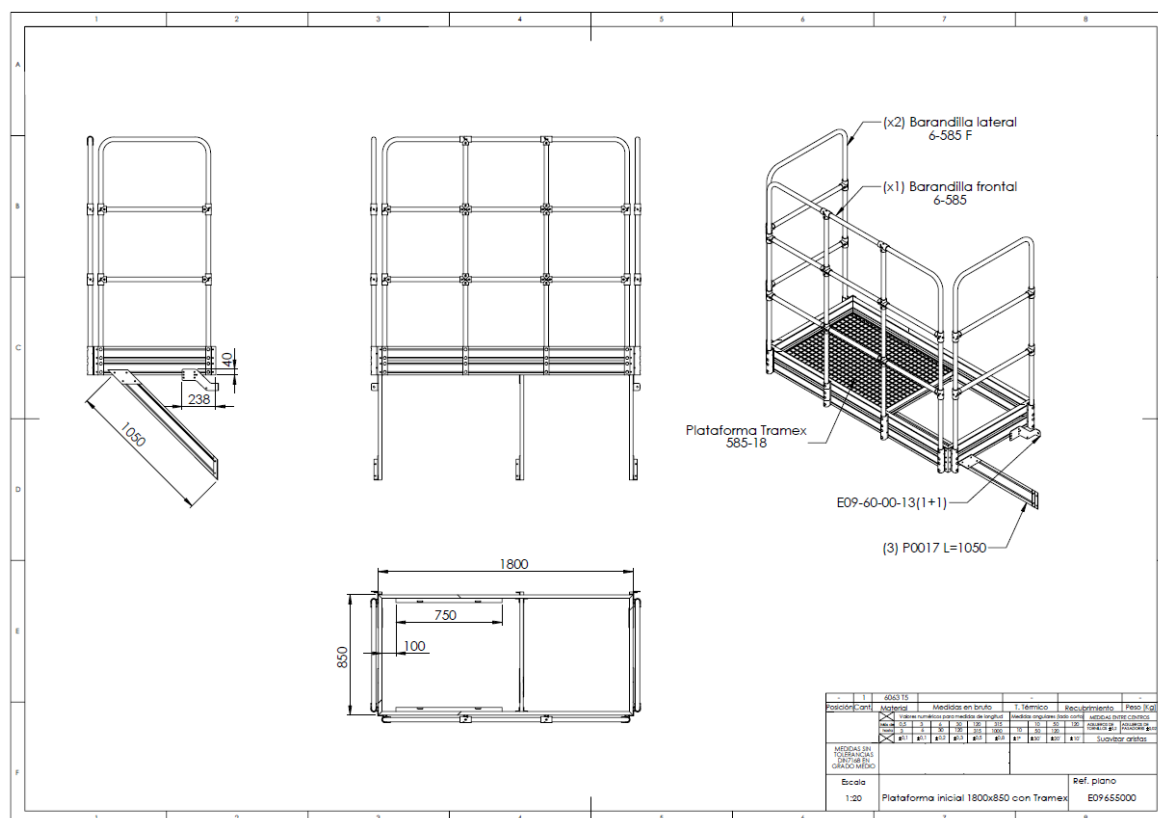


Figura 18. Plano de montaje de plataforma inicial con suelo de tramex.

Descansillo

Se ha diseñado una variación al descansillo estándar. En este se utilizan los anclajes especiales del proyecto y la plataforma es de chapa metálica adaptada a las dimensiones que demanda TMB.



Figura 19. Descansillo.

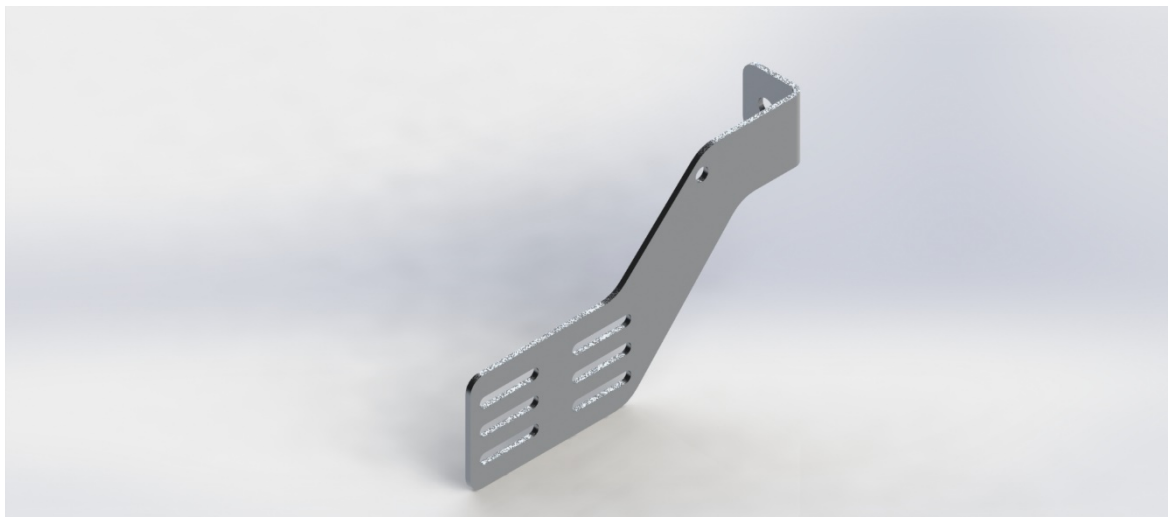


Figura 22. Anclaje especial para TMB.

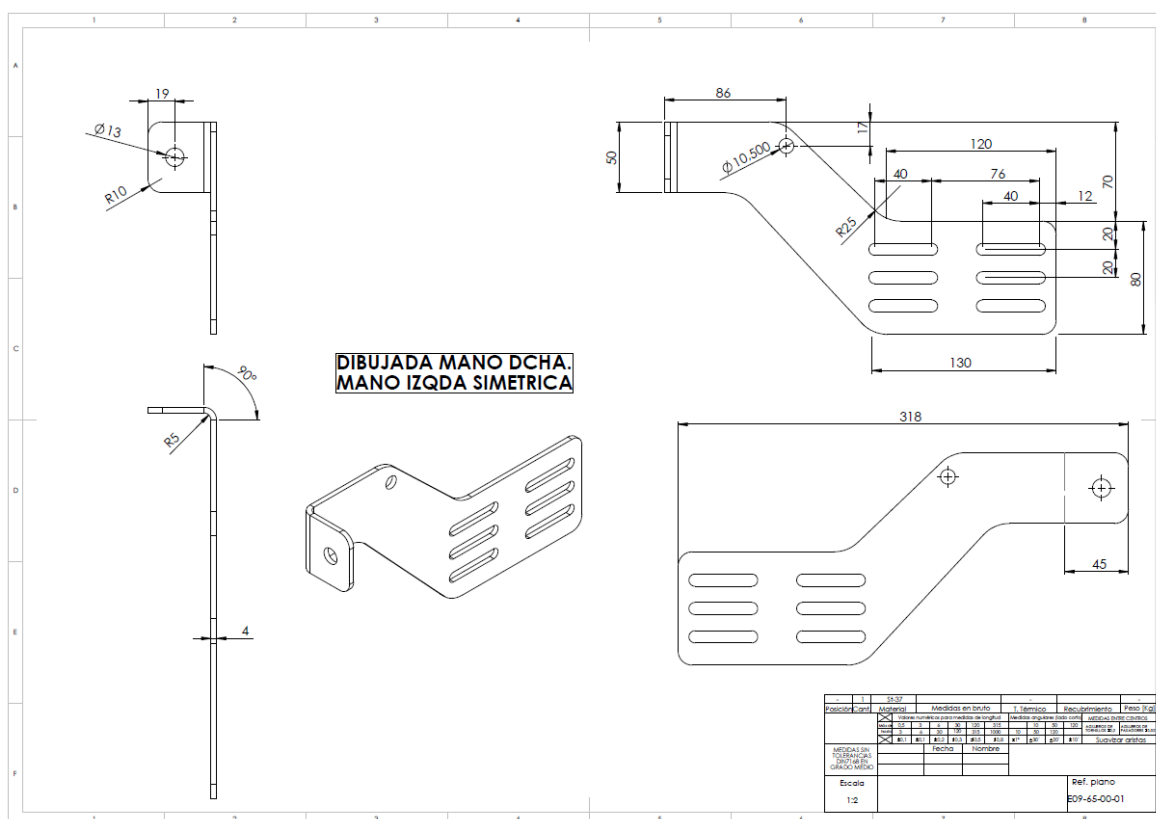


Figura 23. Plano de fabricación de anclaje especial para TMB.

Plataforma especial

Se ha diseñado una plataforma especial para el pozo de Bac de Roda, que protege de caídas al desembarcar en el nivel de llegada a mano izquierda cuando se utiliza una escalera vertical en el vuelo.

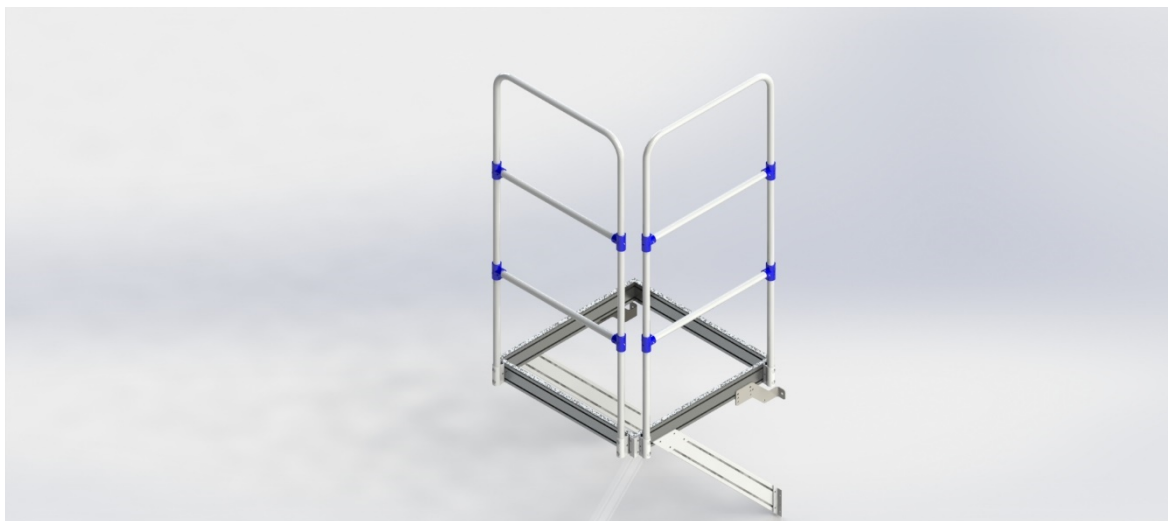


Figura 26. Plataforma especial.

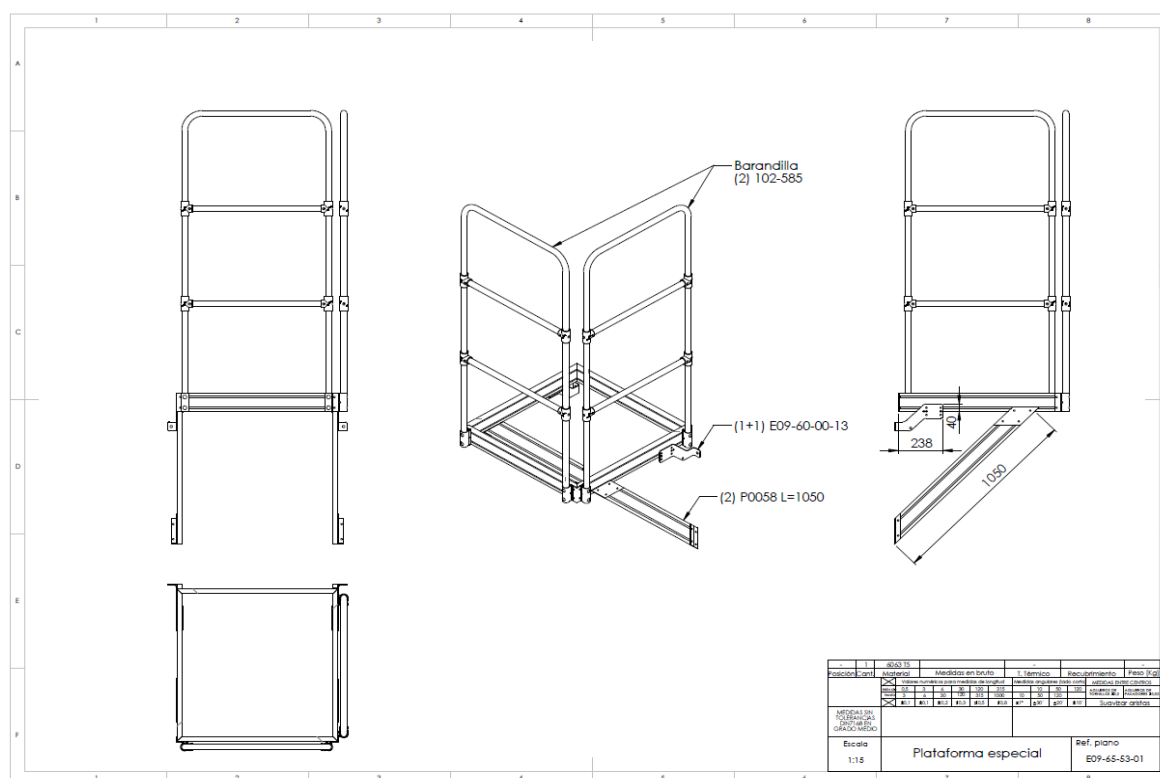


Figura 27. Plano de montaje de plataforma especial.

Otras adaptaciones

En todos los módulos anclados a la pared se han cambiado los anclajes estándar por los anclajes especiales para TMB (escalas, módulo salida, plataformas...)

6.3. RENOVACIÓN DE LOS ACCESOS

Cada pozo consta de un plano de despiece en el que se acotan las distancias entre plataformas, la altura total del pozo y se añaden anotaciones en el caso de que no se haya podido satisfacer alguna de las especificaciones exigidas por TMB. Además, mediante globos numerados y un cajetín se indica en el plano el código de cada módulo y donde tiene que ir situado dentro del pozo. Durante el proyecto se ha considerado en todos los casos que el peldaño superior debe quedar a una distancia mínima de 1 680 mm por encima del nivel del suelo o plataforma. Para ello el método utilizado es sumar a la altura del vuelo 1 680 mm y cubrir esta distancia mediante escala vertical [1]. ESLA únicamente es responsable del diseño de las escaleras y plataformas de aluminio, no de los rellanos de tramex adicionales que se anotan en determinadas ocasiones en algunos de los pozos que son responsabilidad de Repsinter.

6.3.1. MONUMENTAL

El pozo de Monumental (línea 2), situado en Gran Vía de les Corts Catalanes 741, es un pozo que consta de dos partes. Al acceder desde el nivel de calle se llega al primer nivel, situado a 4 600 mm. Es una zona amplia y sin peligro de caída. Para llegar a la segunda parte del pozo se ha de caminar unos pocos metros, hasta llegar a una caída de 12 700 mm. Esta última caída es una zona angosta y con poca visibilidad, uno de los pozos en peores condiciones.





Figura 28. Pozo de Monumental.

1. El primer desnivel es de 4 630 mm. La primera plataforma ha de estar a 2 000 mm del nivel de calle [6], pero en este pozo no es posible ya que el techo tiene un cierto grosor y por lo tanto el espacio libre sería menor de 2 000 mm, una persona medianamente alta tendría que agacharse. Por lo que se coloca la plataforma inicial de tramex a 2 130 mm, siendo el espesor del techo de 130 mm. La escalera inicial es extensible [5]. Se desembarca a la zona de llegada a 2 500 mm. [2]
2. El segundo desnivel es de 12 750 mm. Se han de colocar por lo tanto 4 plataformas [2], uno de los vuelos será de 2 750 mm. Debido a la angostura del pozo y a la multitud de obstáculos en las paredes se decide utilizar escalas verticales (sin descansillos) para de esta manera utilizar el menor espacio posible en pared. Al no utilizar descansillos, se colocan plataformas de tramex que ocupan toda superficie de descanso.
El segundo vuelo de este desnivel como ya se ha comentado anteriormente es de 2 750 mm, distancia mayor de 2 500 mm, por lo que hay que emplear un sistema de seguridad, en este caso una escala de 1 960 mm con jaula de seguridad de 600 mm [4].

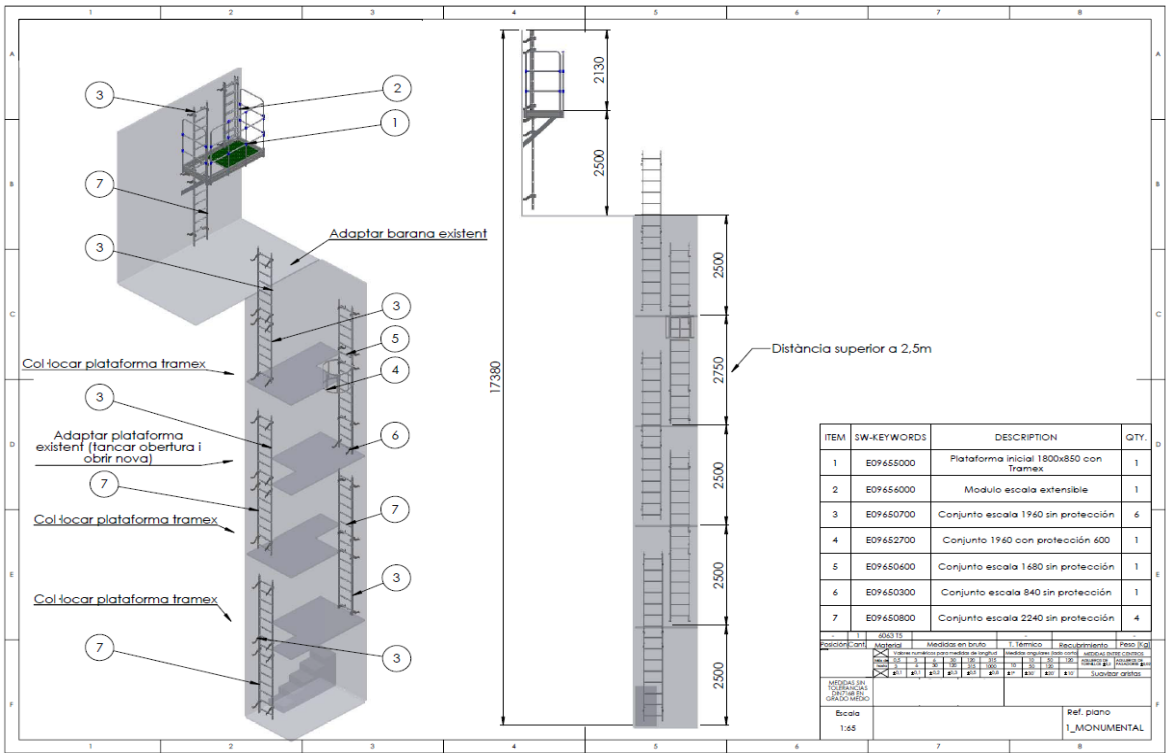


Figura 29. Plano de despiece de Monumental.

6.3.2. BAC DE RODA

El pozo de Bac de Roda (línea 2), situado en carrer Guipuscúa 41/42, es un pozo interior, al que se accede a través de los andenes del metro. Existe otro pozo simétrico a este al que se accede a través del andén contrario. Al contrario del resto de pozos el nivel de llegada está por encima del nivel de salida (se asciende por la escala).



Figura 30. Pozo de Bac de Roda.

El pozo tiene un único desnivel de 6 700 mm hasta el nivel de llegada donde hay una puerta a través de la cual se accede a un dispositivo electromecánico de la red de metro. Se colocan dos descansillos a 2 240 mm y a 4 480 mm [2]. Al alcanzar la zona de llegada a 6 700 mm el último peldaño de la escalera vertical ha de quedar a 1 680 mm como mínimo por encima. Para proteger de la caída en este tramo final se coloca una plataforma especial con barandillas de 1 720 mm de altura.

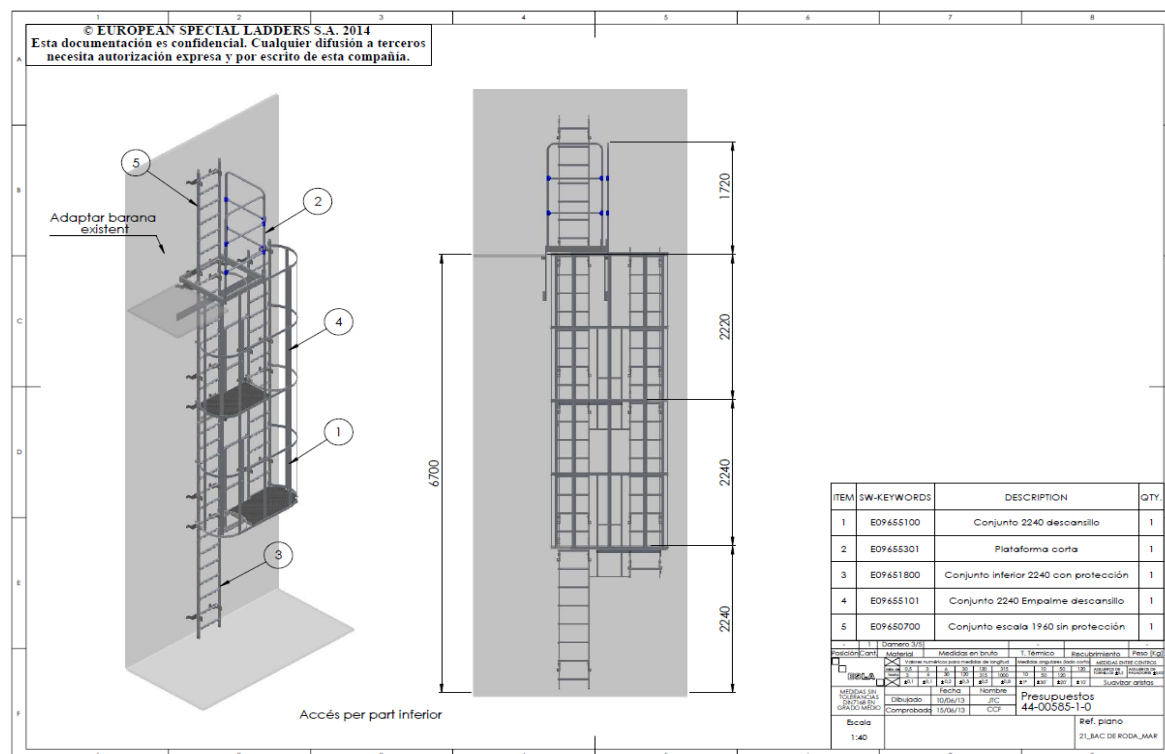


Figura 31. Plano de despiece de Bac de Roda.

6.3.3. VIRREI AMAT

El pozo de Virrei Amat (línea 4) , situado en Carrer Costa i Cuxart 29, es un pozo muy angosto, el más estrecho de todos tal y como se puede ver en su acceso en la Figura 32.

Este pozo consta de un único desnivel de 11 500 mm. Se coloca una escalera extensible hasta el nivel de calle [5]. Al tratarse de un pozo sumamente estrecho no se puede colocar ningún tipo de plataforma ya que no se podría desdoblar el vuelo para continuar con la bajada. Tampoco es viable el uso de jaula de seguridad debido al tamaño del arco de la jaula. Por lo tanto, se decide utilizar otro tipo de sistema de seguridad, el dispositivo anticaídas (línea de vida o trípode con anticaída retráctil). El desnivel total se salva con una única escala vertical, que en realidad está compuesta por diferentes escalas de menor tamaño ensambladas las unas con las otras.



Figura 32. Pozo de Virrei Amat.

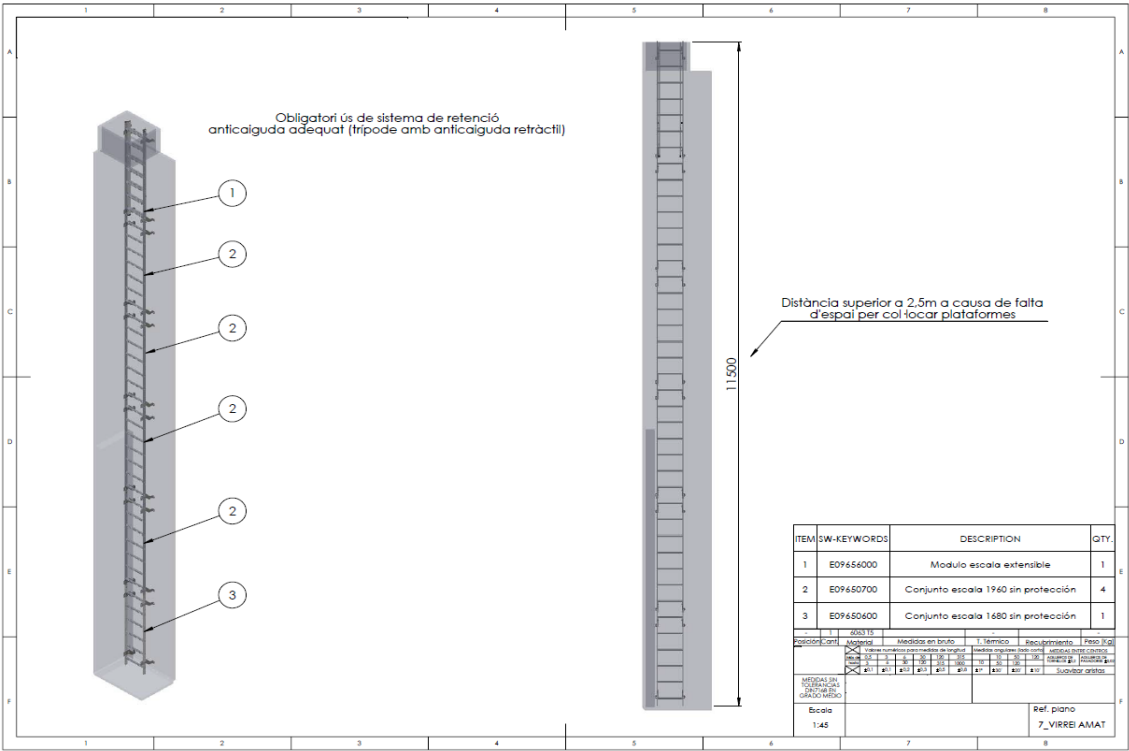


Figura 33. Plano de despiece de Virrei Amat.

6.3.4. BELLVITGE

El pozo de Bellvitge (línea 1), situado en Rambla Marina, es un pozo en bastante buenas condiciones comparado con otros, consta de tres vuelos y un desnivel total de 9 800 mm.



Figura 34. Acceso a pozo de Bellvitge.



Figura 35. Pozo de Bellvitge.



Figura 37. Acceso a pozo de Canyelles.



Figura 38. Pozo de Canyelles.

1. El primer desnivel es de 7 830 mm. Se decide colocar 3 plataformas [2][6]: una plataforma inicial de tramex, un descansillo y una escalera de 4 peldaños. La plataforma de tramex se utiliza generalmente al principio del pozo, ya que su costo es más elevado que las otras. A continuación, viene un descansillo que es la opción ideal siempre y cuando la distancia hasta el nivel de llegada permita la salida con facilidad, esto se considera cuando el espacio por debajo del descansillo es como mínimo de 2 000 mm. En caso de que esta distancia sea inferior se pueden recortar los aros adyacentes que facilitan la salida lateral del descansillo, como se ha hecho en otros pozos. Como ultima plataforma se decide colocar un altillo ya que no cabe otro descansillo que permita salir de él con comodidad sin chocar con los aros de protección. En este nivel de llegada se colocará una plataforma de tramex que sustituya a la anterior, con barandillas apropiadas que cumplan la normativa. La plataforma apoya en el saliente existente del pozo.
2. El siguiente desnivel es de 12 500 mm. Se utiliza un conjunto salida para acceder al primer vuelo. Se decide utilizar 4 descansillos y un altillo de 5 peldaños [2].

En este desnivel se han de colocar vigas (Figura 40) que sirvan de soporte a los anclajes de los descansillos, ya que la existencia de los salientes imposibilita que los anclajes vayan directamente fijados a la pared que se encuentra a una distancia aproximadamente de 1 000 mm. La empresa montadora toma la decisión final sobre la disposición de las vigas en el pozo.

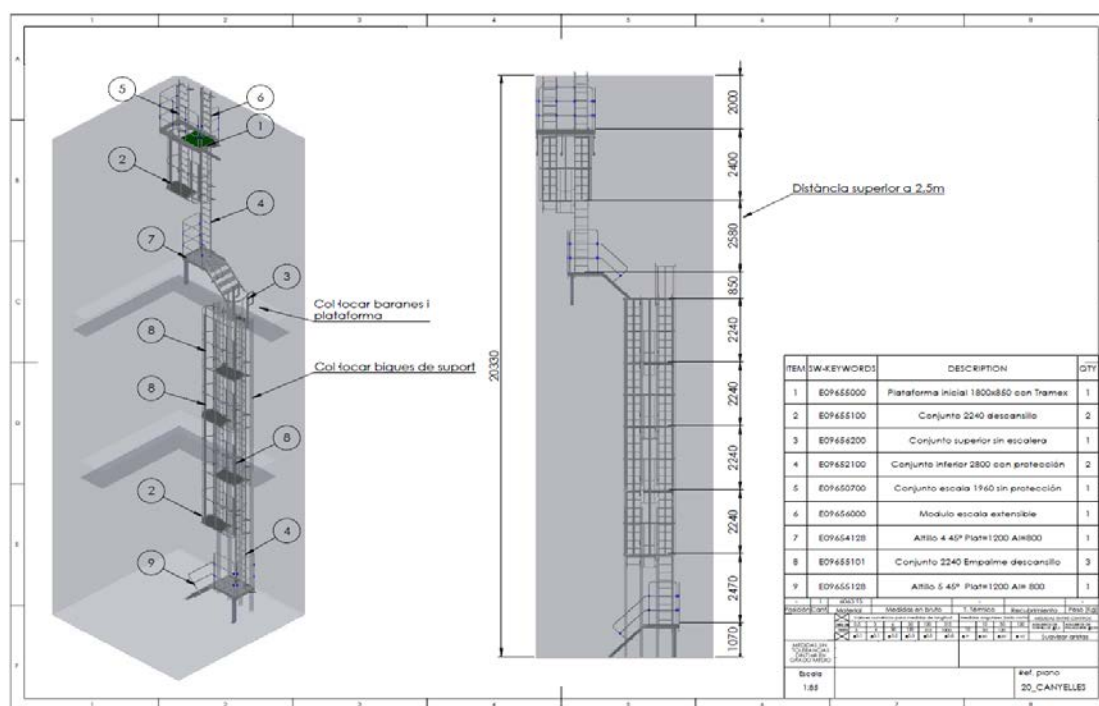
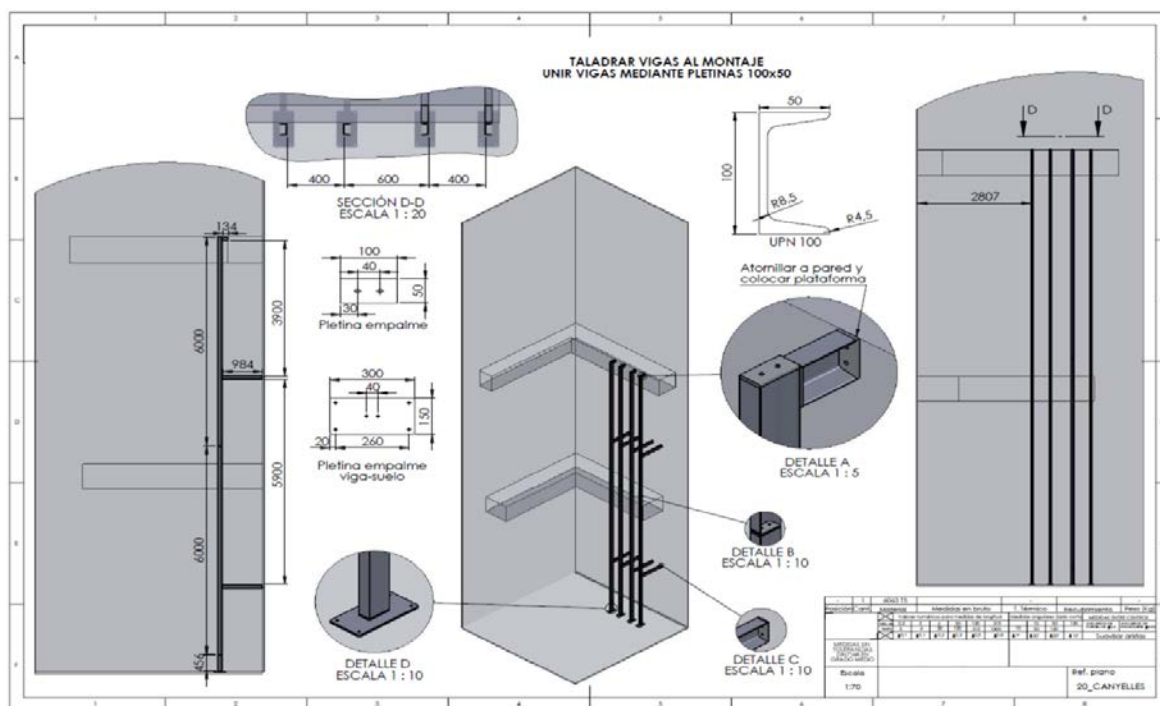


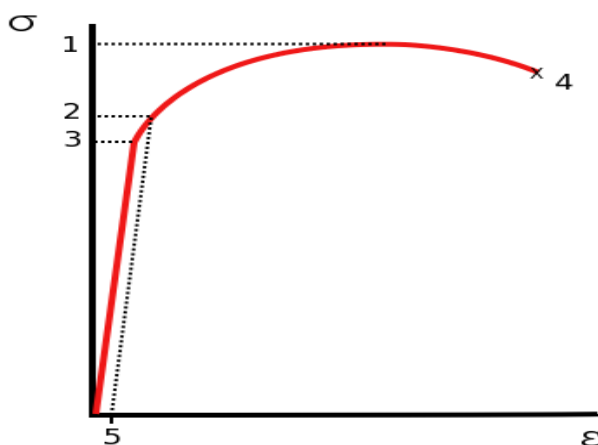
Figura 39. Plano de despiece de Canyelles.



6.4. CALCULOS

En este apartado se realizará la simulación por elementos finitos de diferentes elementos utilizados en el proyecto, a fin de comprobar su resistencia.

Un elemento ensayado según la norma UNE-EN 14396, supera el ensayo si este no llega al punto de fractura del material (4). Antes de llegar a este punto el material pasa principalmente por dos fases que se ilustran en el siguiente gráfico:



Durante la primera fase, denominada lineal o proporcional, la deformación es proporcional a la tensión y se representa en la Figura 41 mediante una línea recta. Durante esta fase el material deformado puede recuperar su forma original una vez que se retira la carga, se denomina deformación elástica.

Si se sigue aplicando la carga el material supera el límite de proporcionalidad (3), a partir de este momento la relación deformación-tensión deja de ser proporcional. Al superar el límite elástico (2) el material se deforma plásticamente, es decir, el material no recupera su forma original una vez que se retira la carga. A la práctica, es difícil situar el límite elástico en el gráfico con precisión, ya que en los gráficos experimentales la recta de proporcionalidad puede resultar complicada de definir. En ingeniería existe un criterio convencional en el que se define el límite elástico como la tensión que tiene un material al sufrir una deformación plástica del 0,2%.

Para la renovación de los accesos a los pozos de registro de la línea de Metro de Barcelona se han utilizado módulos o elementos estándar o especiales que superan el ensayo UNE a rotura. Los ensayos han sido realizados en la empresa, pero no han formado parte de este proyecto, ya que todos los elementos de los que dispone ESLA son vigentes a la normativa actual y todos los módulos especiales creados para el proyecto están ensamblados con estos elementos. Con el fin de aumentar la estabilidad de algunos de los elementos más utilizados durante el proyecto, se ha querido optimizar el diseño para que pasen los ensayos UNE a deformación, teniendo como criterio el límite elástico del material.

6.4.1. ANCLAJE

Según la norma UNE-EN 795. La fijación utilizada en este proyecto constructivo es considerada de tipo A1, que incluye a los anclajes estructurales proyectados para ser fijados sobre superficies verticales, horizontales e inclinadas, tales como paredes o columnas.

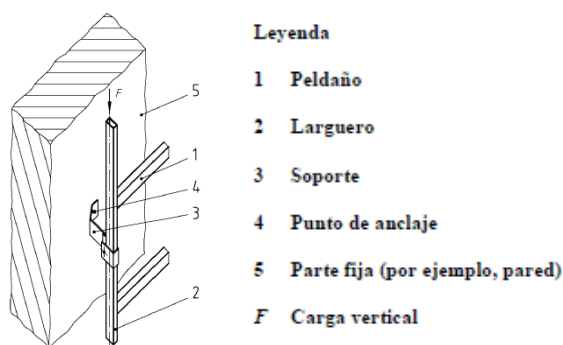


Figura 42. Esquema de ensayo para anclaje.

Se realizará un ensayo estático, aplicándose una fuerza de 3 kN en cada larguero, en la dirección del eje longitudinal del mismo. En cada larguero, no se deben tener en cuenta más de cuatro puntos de anclaje para la transmisión de las fuerzas a las partes fijas circundantes.

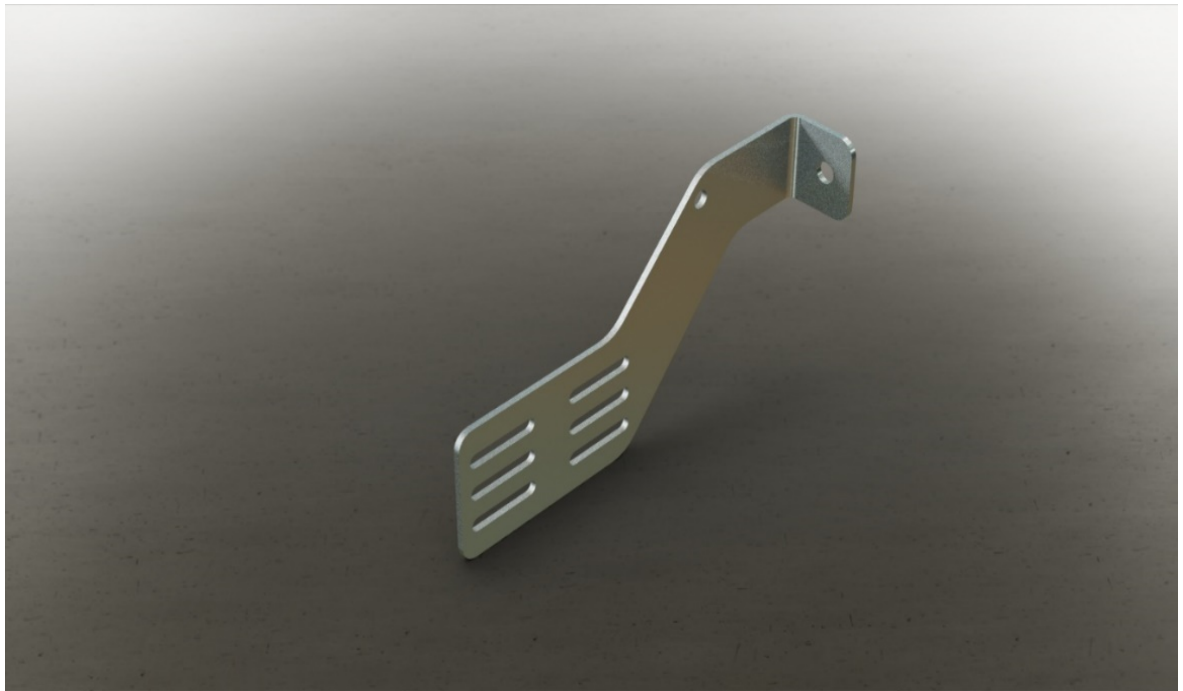


Figura 43. Anclaje especial para TMB.

Propiedades del análisis estático 1 (solidworks).

- Material. Acero al carbono fundido ($\sigma_e = 248,2$ MPa).
- Sujeciones. Superficie del anclaje en contacto con la arandela (flechas verdes).
- Cargas externas. 1 500 N verticales en la dirección longitudinal del montante (flechas rosas).
- Malla. Fina basada en curvatura.
- Simplificaciones. Se consideran dos anclajes en cada montante, por lo que la fuerza se reparte proporcionalmente entre los dos anclajes.

La sujeción en todos los casos de este proyecto, restringe los 6 grados de libertad. Representa la unión a una parte fija del entorno.

La malla basada en curvatura crea más elementos en zonas de mayor curvatura automáticamente sin necesidad de aplicar un control de malla. En piezas pequeñas resulta muy útil, pero en grandes el tiempo de procesamiento puede resultar demasiado prolongado.

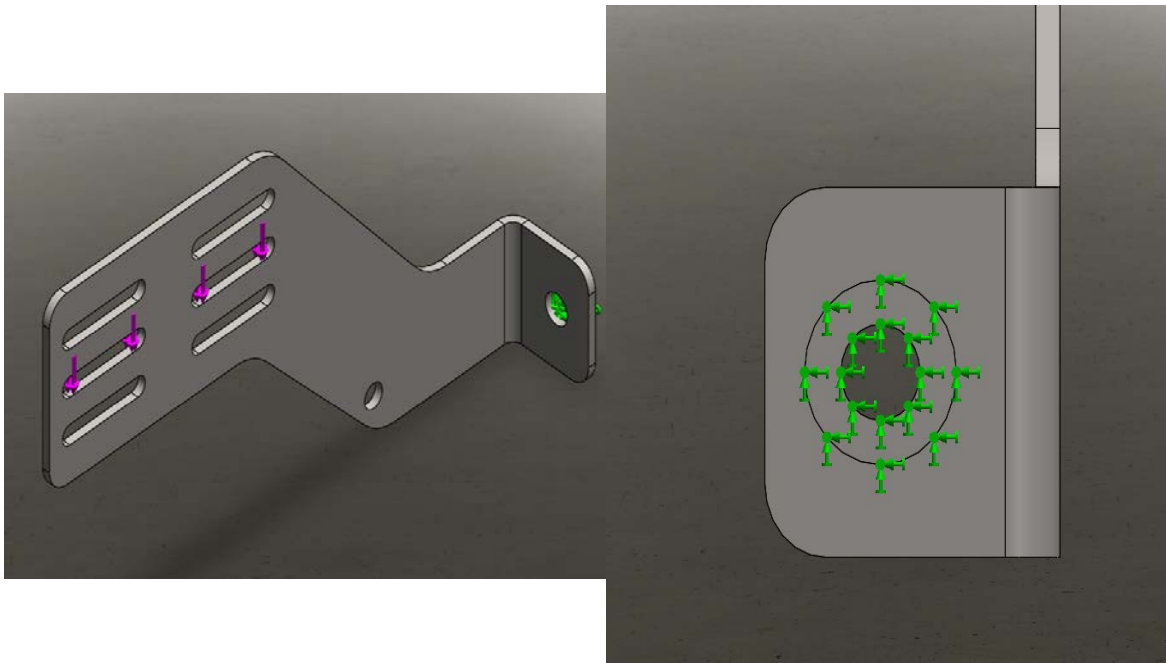


Figura 44. Condiciones de contorno de anclaje especial para TMB.

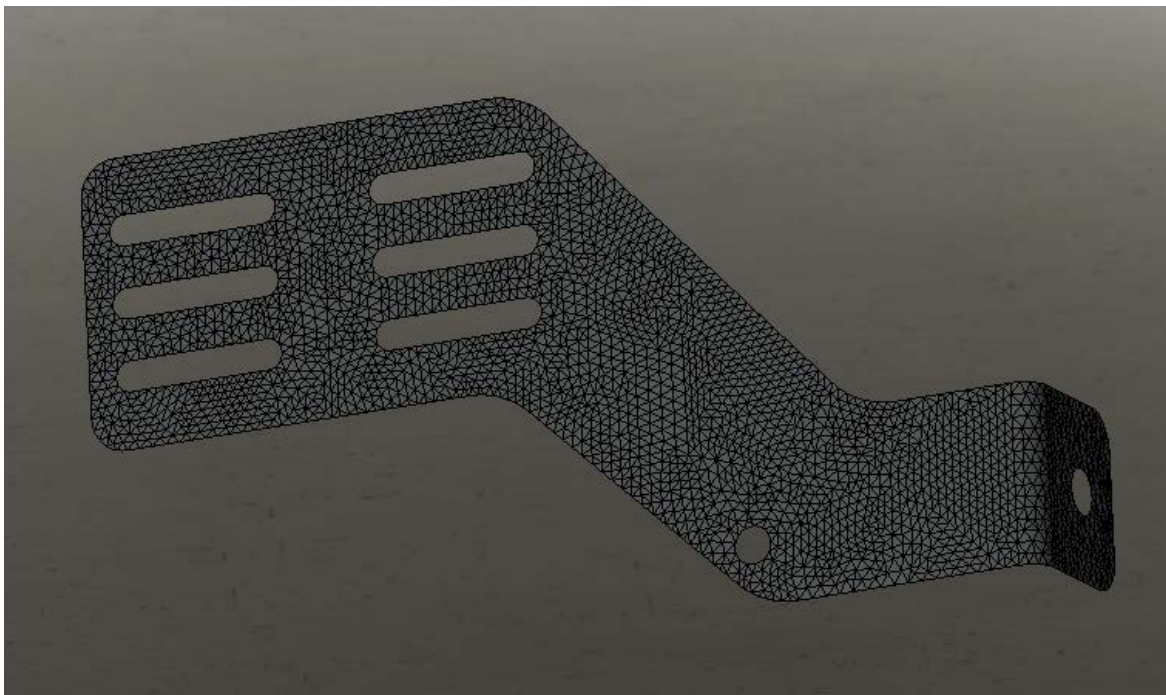


Figura 45. Malla de anclaje especial para TMB.

Resultados 1

- Tensiones (Von Mises).

Como se observa en la Figura 46 la tensión máxima es de 1 744 MPa, muy por encima del límite elástico del material que corresponde a 248,2 MPa. Por lo tanto, el material sufre deformación plástica y según la nueva definición no supera el ensayo. Se ha de rediseñar la pieza.

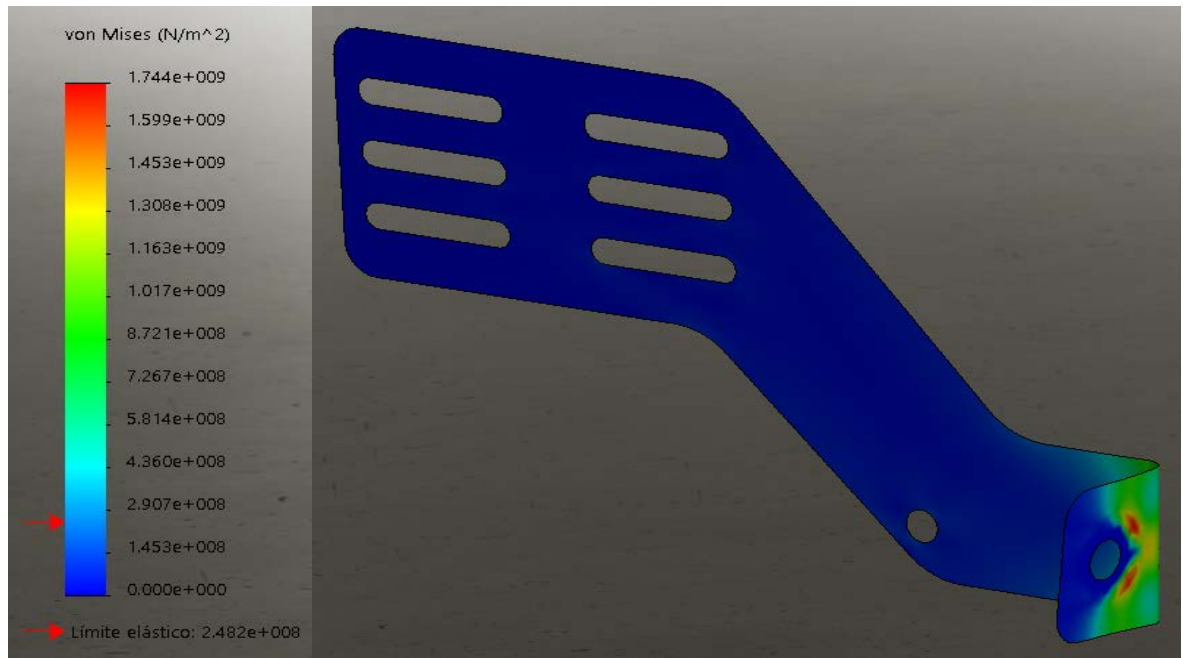


Figura 46. Distribución de tensiones en anclaje especial para TMB.

Nuevo diseño

Al realizar el nuevo diseño se han tenido en cuenta los siguientes criterios:

- Optimizar la cantidad de material utilizado.
- Optimizar la geometría del anclaje a flexión.
- Geometría basada en anclaje original.

Ya que el anclaje trabaja a flexión, se puede observar como la sección más cercana al punto de unión con la pared es mayor que la de la zona más alejada, porque es la que tiene que soportar una tensión más elevada y donde se encuentra el máximo momento flector. Se han eliminado los colisos que permiten holgura en el plano vertical con el objetivo de ahorrar material y disponer de una sección inferior.

Como resultado final se obtiene el anclaje de la Figura 47.

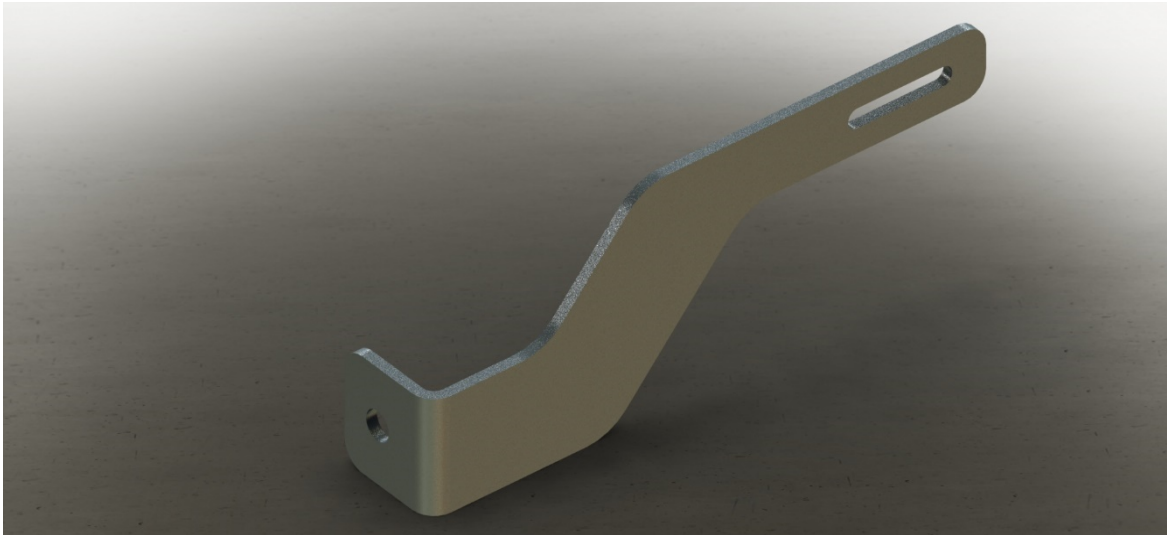


Figura 47. Nuevo diseño de anclaje.

Propiedades del análisis estático 2 (solidworks).

- Material. Acero al carbono fundido ($\sigma_e = 248,2 \text{ MPa}$).
- Sujeciones. Superficie del anclaje en contacto con la arandela (flechas verdes).
- Cargas externas. 1 500 N verticales en la dirección longitudinal del montante (flechas rosas).
- Malla. Fina basada en curvatura.
- Simplificaciones. Se consideran dos anclajes en cada montante, por lo que la fuerza se reparte proporcionalmente entre los dos anclajes ($3\,000 / 2 = 1\,500$).

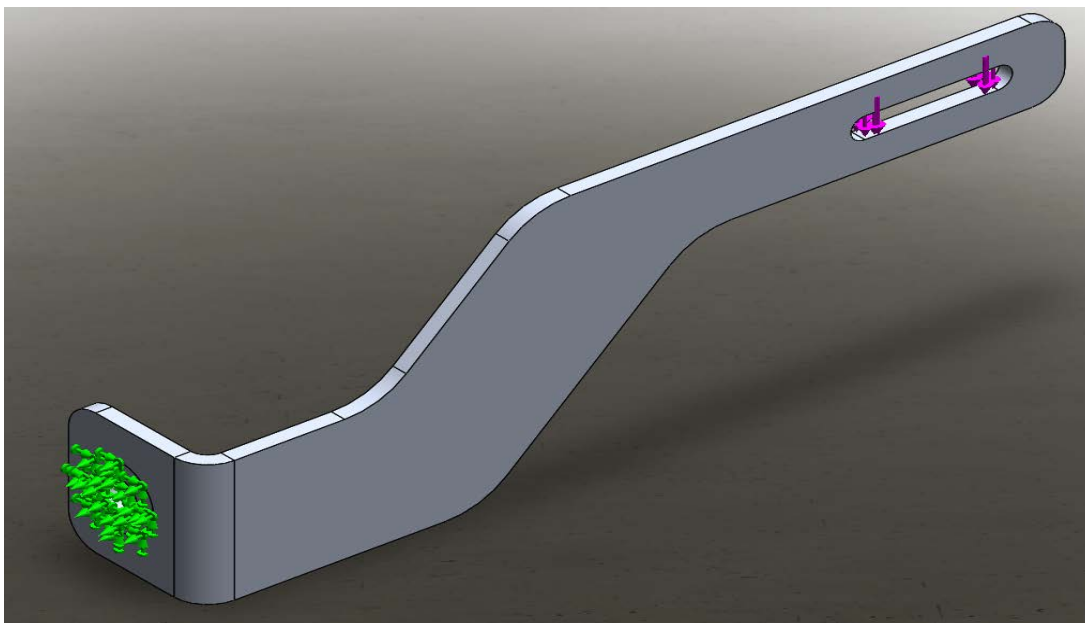


Figura 48. Condiciones de contorno del nuevo anclaje.

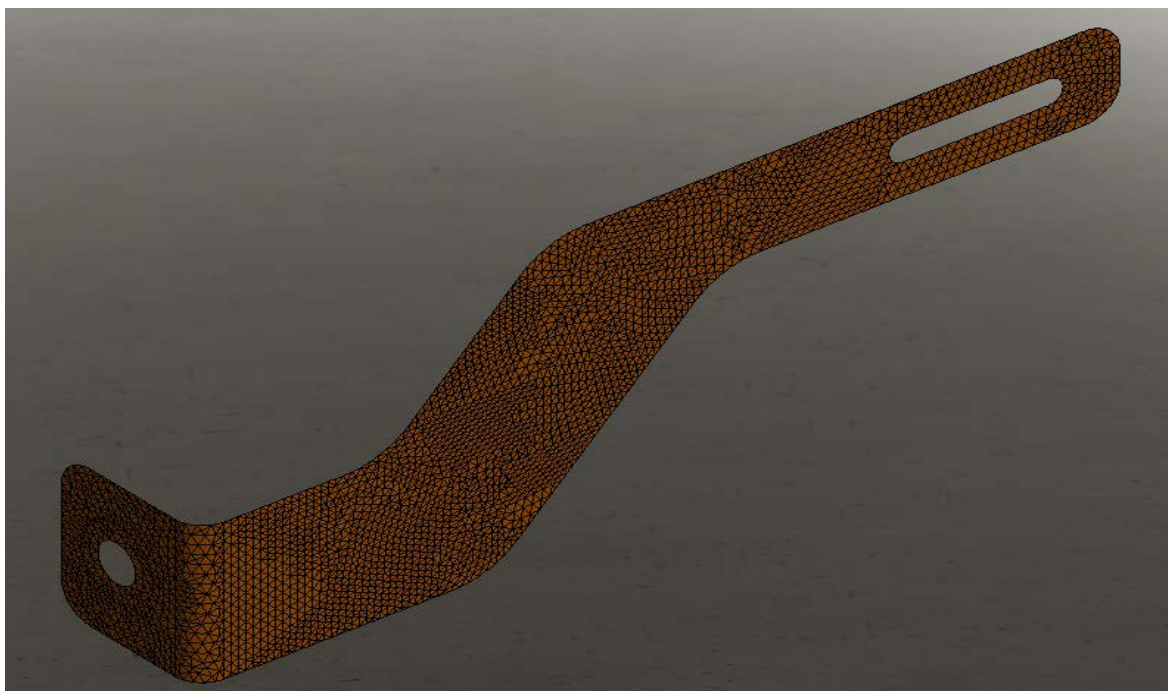


Figura 49. Malla del nuevo anclaje.

Resultados 2

- Tensiones (Von Mises).

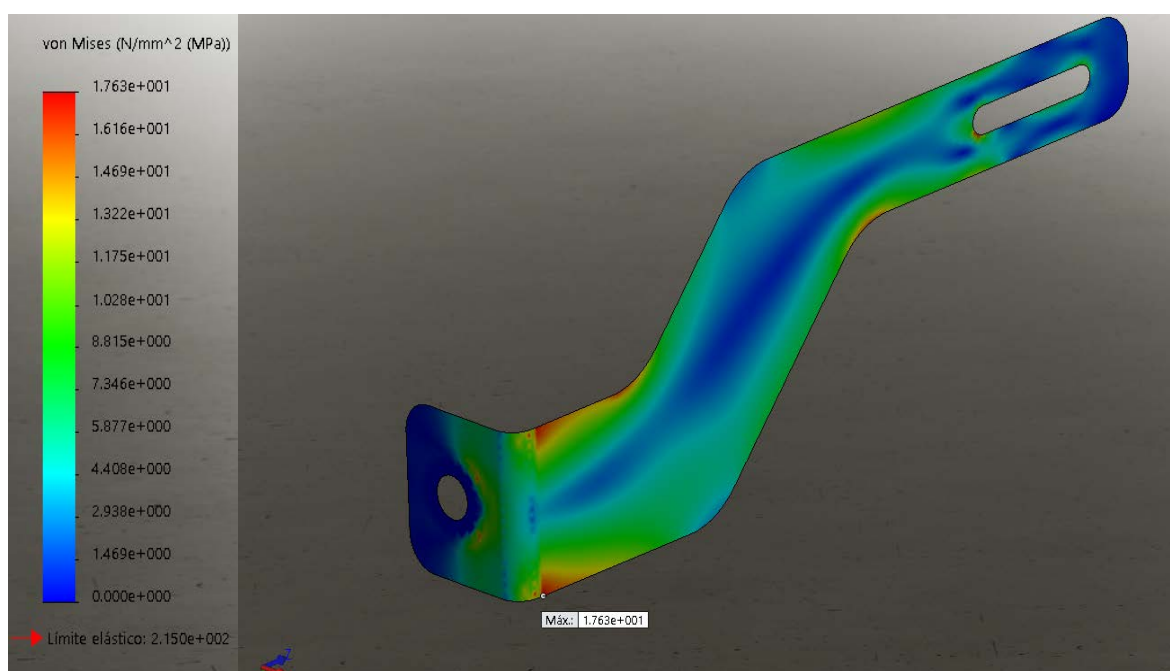


Figura 50. Distribución de tensiones en nuevo anclaje.

La tensión máxima es de 17,6 MPa, muy por debajo de la tensión alcanzada en el diseño original y por debajo del límite elástico del material. Por lo que se determina que el nuevo diseño es superior al original trabajando en las mismas condiciones de carga. En esta nueva situación, al estar en la zona lineal, si tiene sentido analizar las deformaciones producidas. Las zonas de mayor tensión se encuentran en el cambio de dirección de la chapa, tanto en la parte inferior como en la parte superior. También observan picos de tensión en la zona próxima al perno de unión con la pared y en la parte inferior del anclaje en la zona donde la sección disminuye.

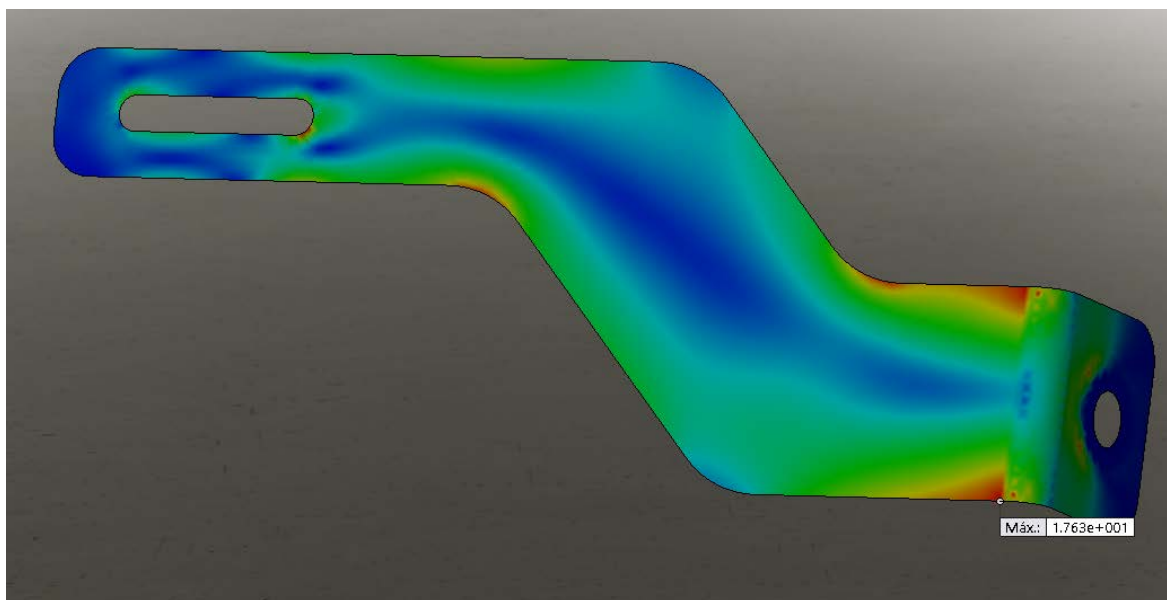


Figura 51. Distribución de tensiones en nuevo anclaje.

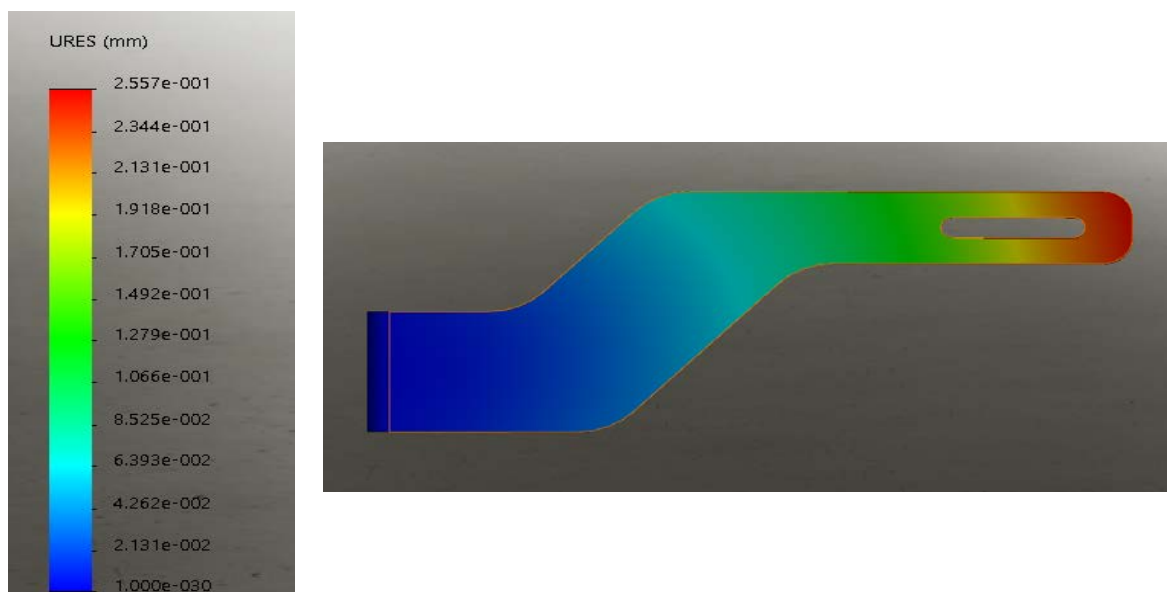


Figura 52. Deformación del nuevo anclaje.

- Desplazamientos.

El máximo desplazamiento es de tan solo 0,25 mm en el extremo, por lo que el anclaje apenas sufre deformación (Figura 52).

Conclusiones

La máxima tensión producida en el material se encuentra por debajo de la tensión de límite elástico por lo que la simulación por elementos finitos ha sido satisfactoria y el ensayo ha sido superado con éxito. Se produce un pequeño desplazamiento en la parte más alejada de la pared, inferior a un milímetro, por lo que el anclaje apenas sufre deformación.

Se ha conseguido ahorrar material ya que el anclaje original ocupaba un volumen de 79 529 mm³ mientras que el nuevo diseño tiene un volumen de 67 407 mm³.

$$\% \text{ de material ahorrado} = \frac{79\,529 - 67\,407}{79\,529} \times 100 = 15,24 \%$$

El ahorro de material es del 15,24 %.

6.4.2. PELDAÑO

Según UNE-EN 14396. Durante 1 minuto se aplica una carga previa de 200 N perpendicularmente a la parte superior de los peldaños. La posición del peldaño después de la retirada de esta carga previa es la posición de referencia para el ensayo que después se realizará con la carga de ensayo (este paso no se realiza en la simulación).

La dirección de la carga previa y de la carga de ensayo de 2,6 kN es perpendicular a la parte superior de los peldaños. La carga previa y la carga de ensayo se distribuyen uniformemente sobre una longitud de 100 mm. Después de retirar la carga de ensayo, la deflexión permanente de los peldaños no debe ser mayor del 0,3% de la longitud del peldaño. Los peldaños van remachados a los montantes.

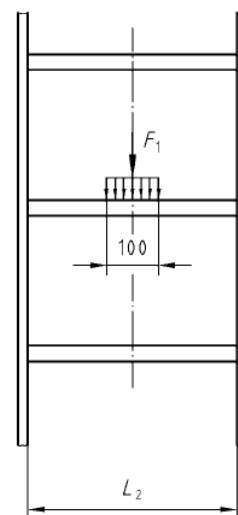


Figura 53. Esquema de ensayo para peldaño.

Propiedades del análisis estático 1 (solidworks)

- Material. Aluminio 6063 T5 ($\sigma_e = 145$ MPa).
- Sujeciones. Zona de apoyo del peldaño en el montante.
- Cargas externas. 2 600 N verticales situados en mitad del peldaño en una superficie de 100 mm de largo.
- Malla. Fina basada en curvatura.

- Simplificaciones. Se eliminan los remachados de los extremos del peldaño para facilitar el mallado y la resolución.

Ya que el peldaño tiene rugosidades para evitar deslizamientos, se han creado líneas de partición en las zonas donde se aplican las condiciones de contorno. De esta manera solo afectan a la zona más exterior del peldaño y no a la zona interior que corresponde a los pliegues de las rugosidades.

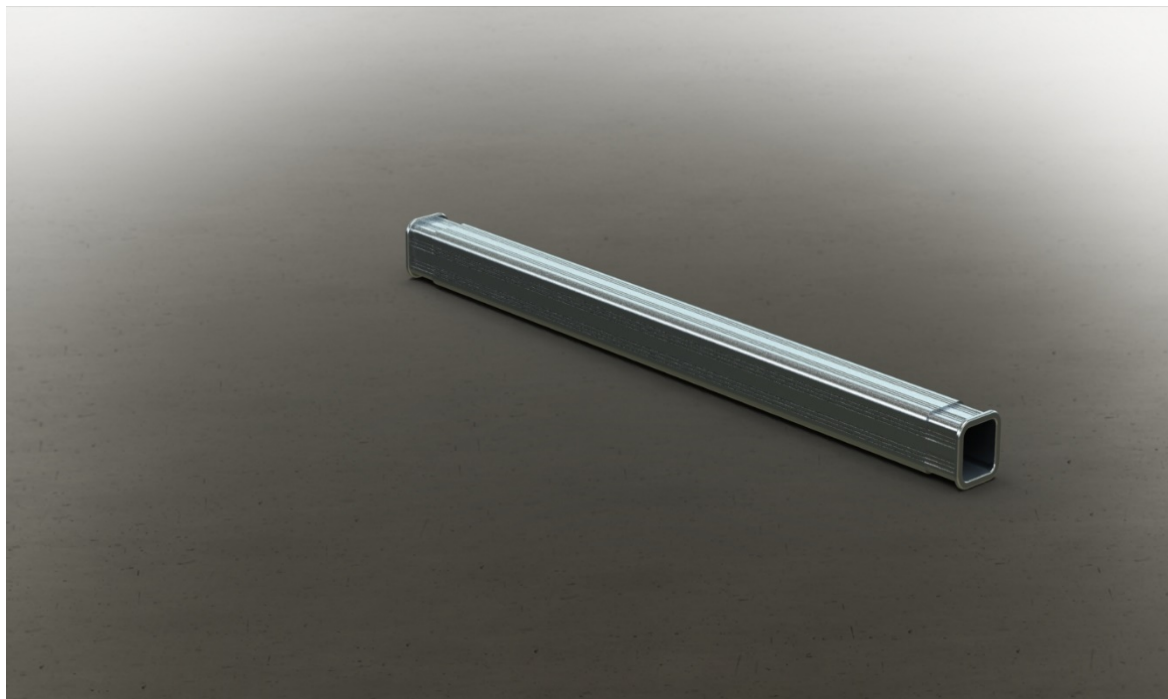


Figura 54. Peldaño.

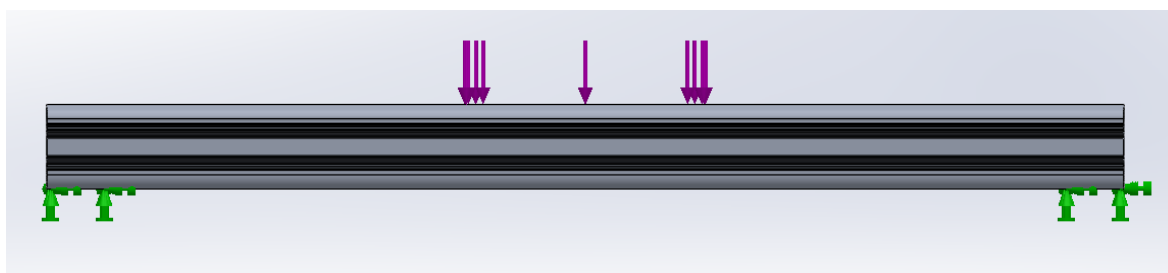


Figura 55. Condiciones de contorno del peldaño.

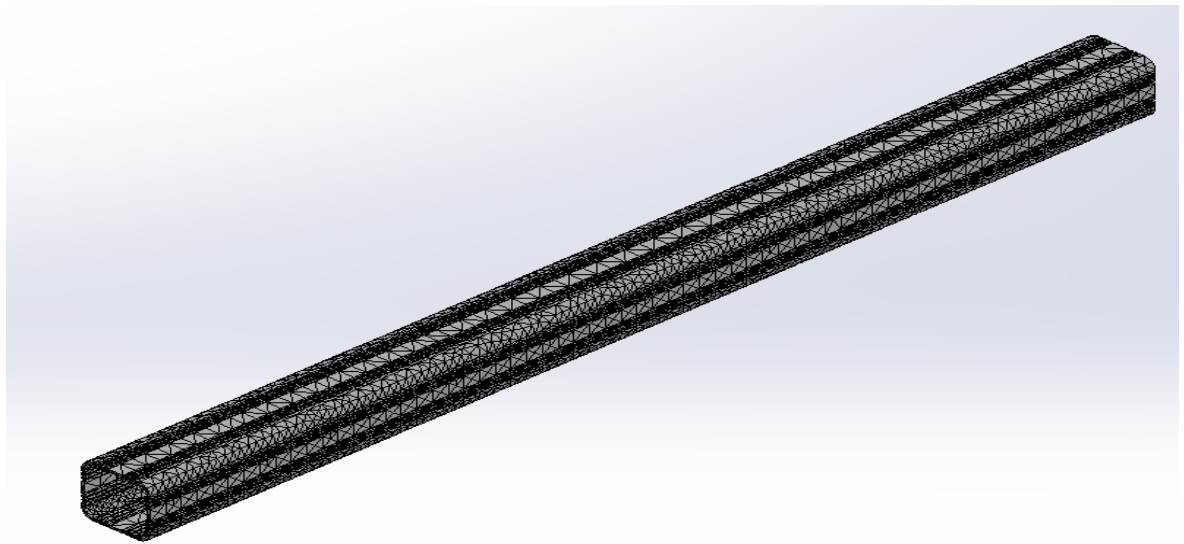


Figura 56. Mallado del peldaño.

Resultados 1

- Tensiones (Von Mises).

Vemos como se reparten las tensiones en el peldaño. La tensión máxima es de 530 MPa, se supera el límite elástico por lo que el peldaño se deforma plásticamente. Se ha de realizar un nuevo diseño.

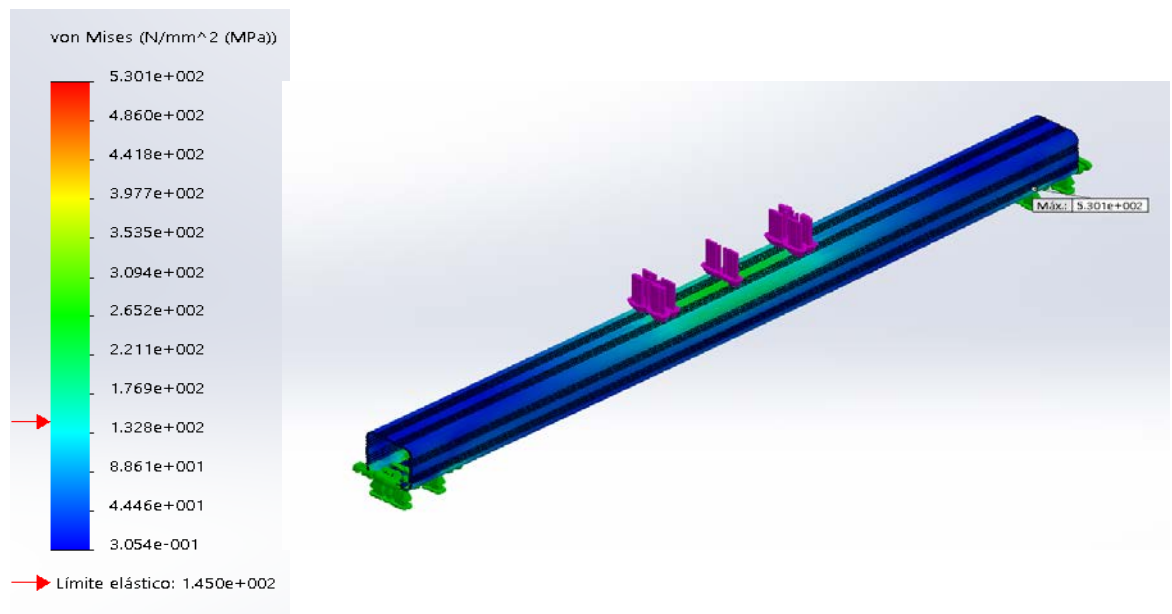


Figura 57. Distribución de tensiones en el peldaño.

Nuevo diseño

En el nuevo diseño se ha aumentado la sección del peldaño. Se ha aumentado el tamaño de los radios ya que de esta manera se distribuyen mejor las tensiones y se evitan concentraciones o picos de tensión.

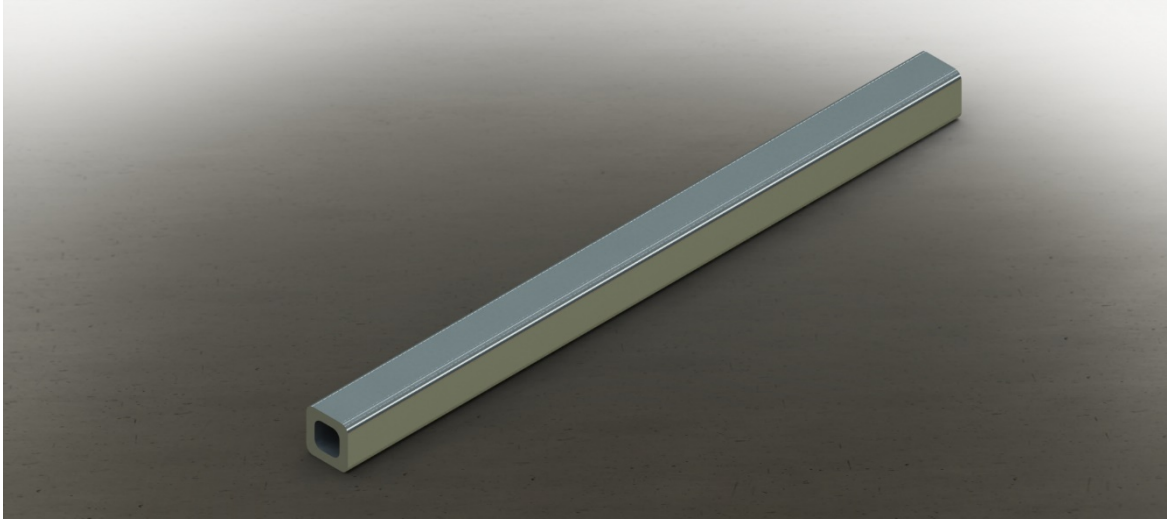


Figura 58. Nuevo diseño de peldaño.

Propiedades del análisis estático 2 (solidworks).

- Material. Aluminio 6063 T5 ($\sigma_e = 145$ MPa).
- Sujeciones. Zona de apoyo del peldaño en el montante.
- Cargas externas. 2 600 N verticales situados en mitad del peldaño en una superficie de 100 mm de largo.
- Malla. Fina basada en curvatura.
- Simplificaciones. Se eliminan los remachados de los extremos del peldaño y las rugosidades para facilitar el mallado y la resolución.

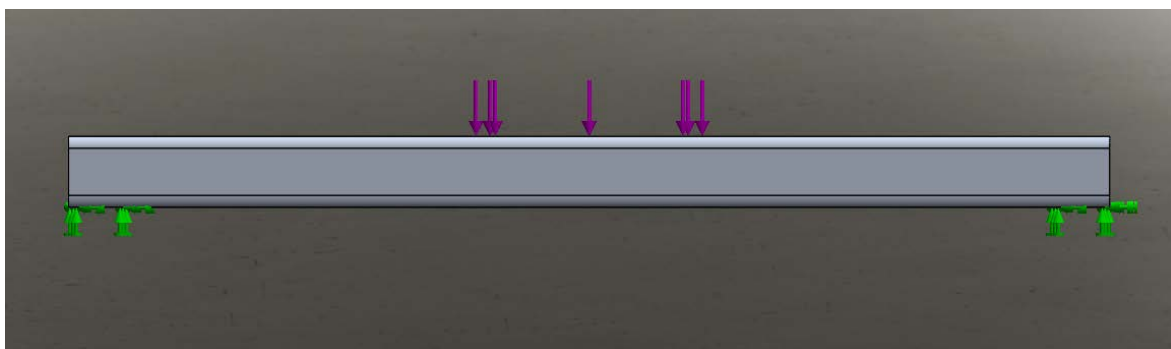


Figura 59. Condiciones de contorno en nuevo peldaño.

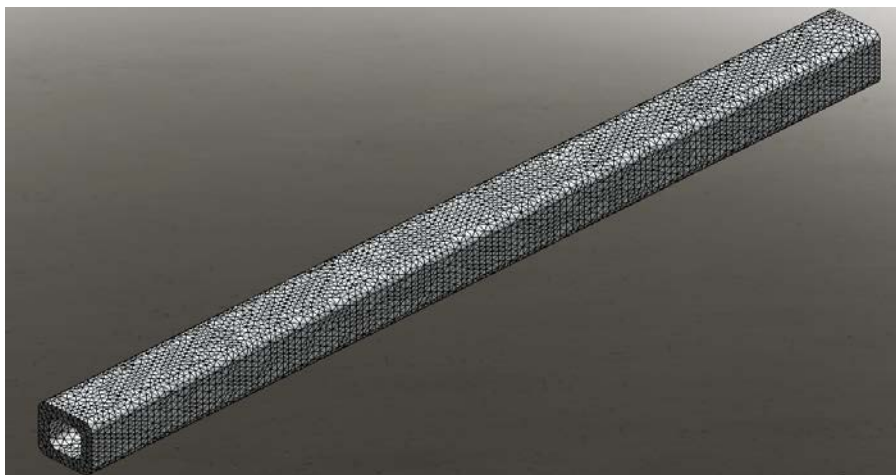


Figura 60. Malla del nuevo peldaño.

Resultados 2

- Tensiones (Von Mises).

La tensión máxima es de 142,2 MPa por debajo del límite elástico de 145 MPa. El peldaño no sufre deformación plástica. Las zonas más solicitadas se encuentran en la zona inferior del peldaño, próxima al montante.

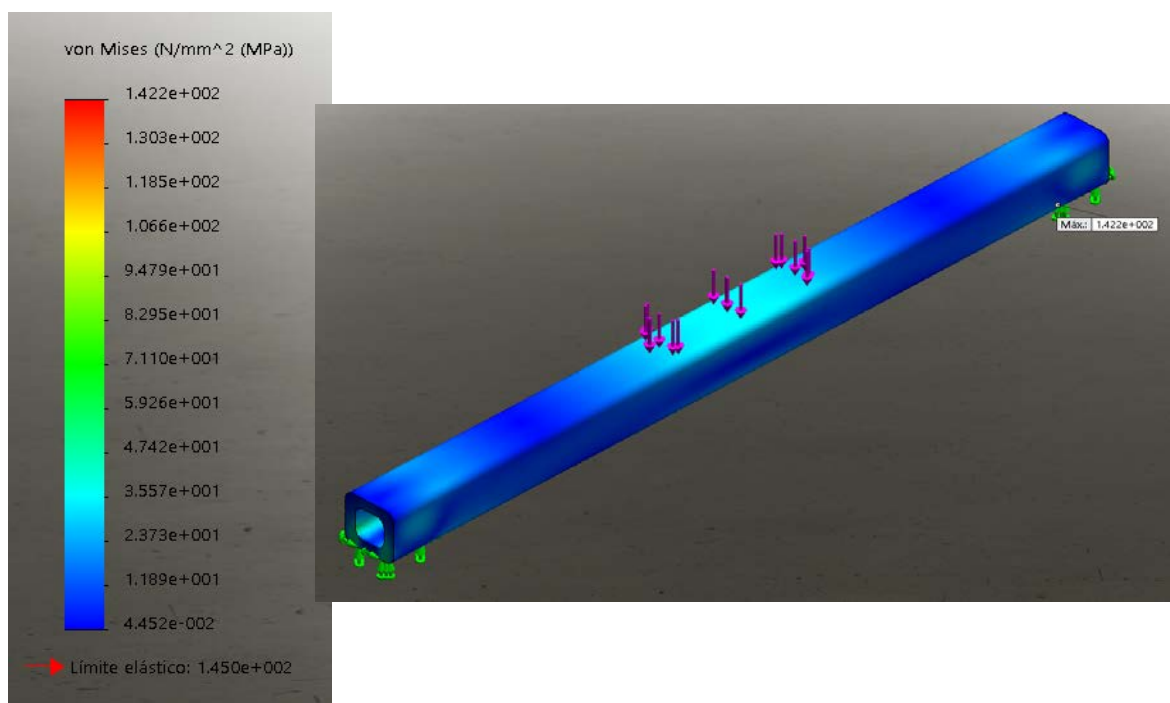


Figura 61. Distribución de tensiones en nuevo peldaño.



Figura 62. Distribución de tensiones en zona inferior del nuevo peldaño.

- Desplazamientos.

La deformación máxima es de 0,33 mm en la parte central del peldaño.

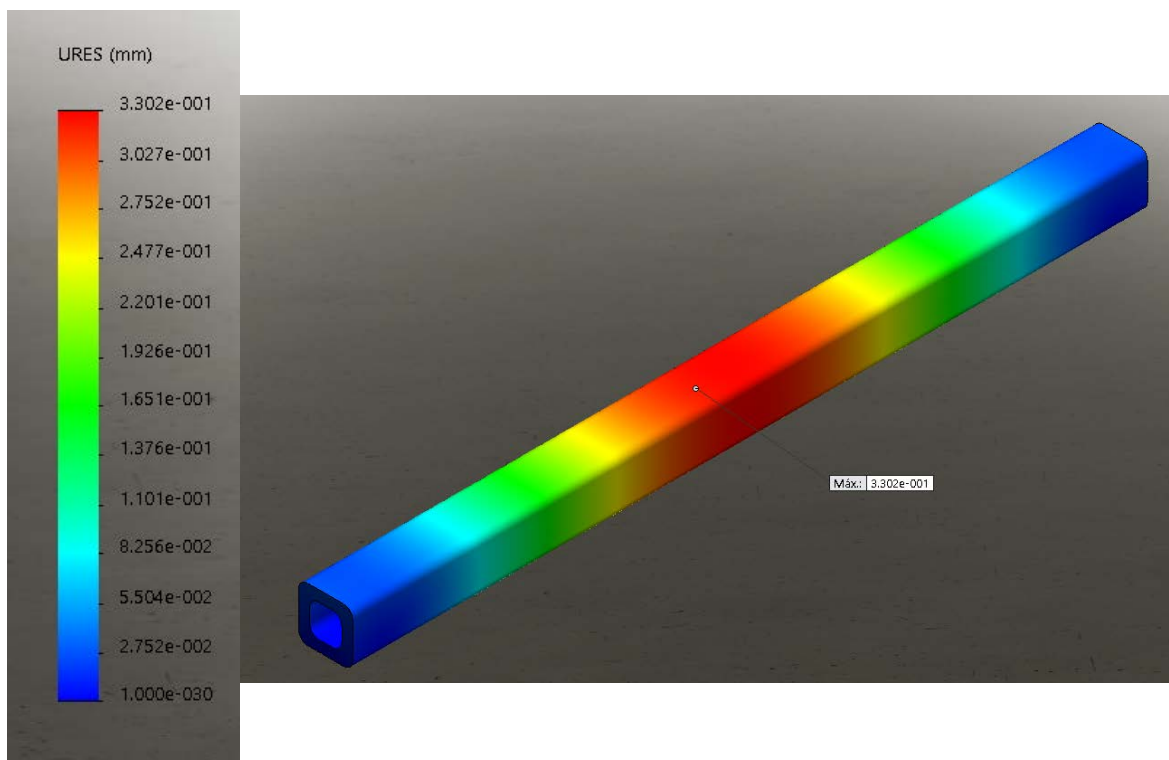


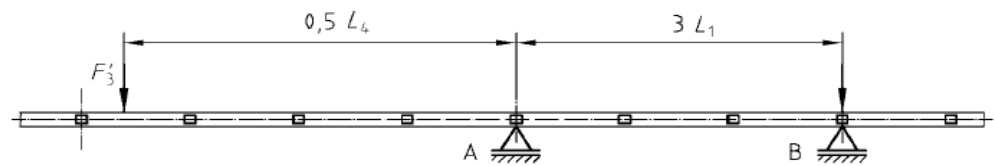
Figura 63. Deformaciones en nuevo peldaño.

Conclusiones

El peldaño original se deformaba plásticamente al utilizar como criterio de diseño la tensión de rotura. Se ha creado un nuevo diseño de peldaño con el nuevo criterio que supera el ensayo con éxito. Se podría haber ahorrado material diseñando un peldaño de más altura y más estrecho que se comporta de forma óptima ante este tipo de carga, pero la normativa UNE-EN ISO 14122-4 exige que la sección del peldaño no tenga dimensiones difíciles de coger con la mano.

6.4.3. ESCALA CON PELDAÑOS

El ensayo de flexión de los largueros de la escalera con peldaños fija se debe realizar como se muestra en la Figura 64.



Leyenda

A Punto de fijación

L_1 Distancia entre la parte superior de peldaños adyacentes

B Punto de fijación

L_4 Distancia entre dos soportes

F_3' Carga aplicada verticalmente

Figura 64. Esquema de ensayo para escalera con peldaños.

La carga F_3' se debe aplicar verticalmente y a una distancia $0,5 L_4$ del punto de fijación A. Esta carga se puede distribuir uniformemente entre los dos largueros. El tiempo de aplicación de la carga debe de ser de un minuto, como mínimo.

Se deben de aplicar los siguientes coeficientes de seguridad:

- Gamma= 1,75 para acero y aluminio.
- Gamma= 4 para plástico reforzado con fibra de vidrio.

Las escaleras, cuando se ensayen conforme la Figura 64, deben poder resistir una carga de ensayo $F_3' = F_3 \times \text{gamma}$, donde F_3 es 0,4 kN.



Figura 65. Escala vertical.

Propiedades del análisis estático 1 (solidworks).

- Material. Aluminio 6063 T5 ($\sigma_e = 145 \text{ MPa}$).
- Sujeciones. Puntos de fijación A y B.
- Cargas externas. 700 N verticales en el punto de aplicación de la fuerza según esquema anterior.
- Malla. Fina basada en curvatura.
- Simplificaciones. Se simplifica el peldaño ya que no influye en el cálculo de esfuerzos en los montantes.

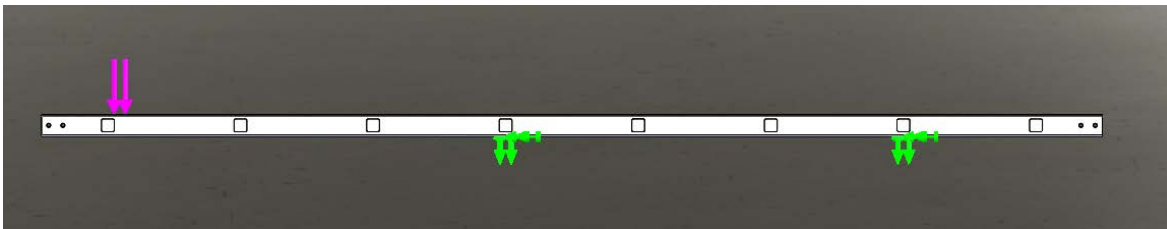


Figura 66. Condiciones de contorno en escala vertical.

Resultados 1

- Tensiones (Von Mises).

La tensión máxima es de 558,6 MPa, por encima del límite elástico del material. Los montantes se deforman plásticamente por lo que hay que crear un nuevo diseño.

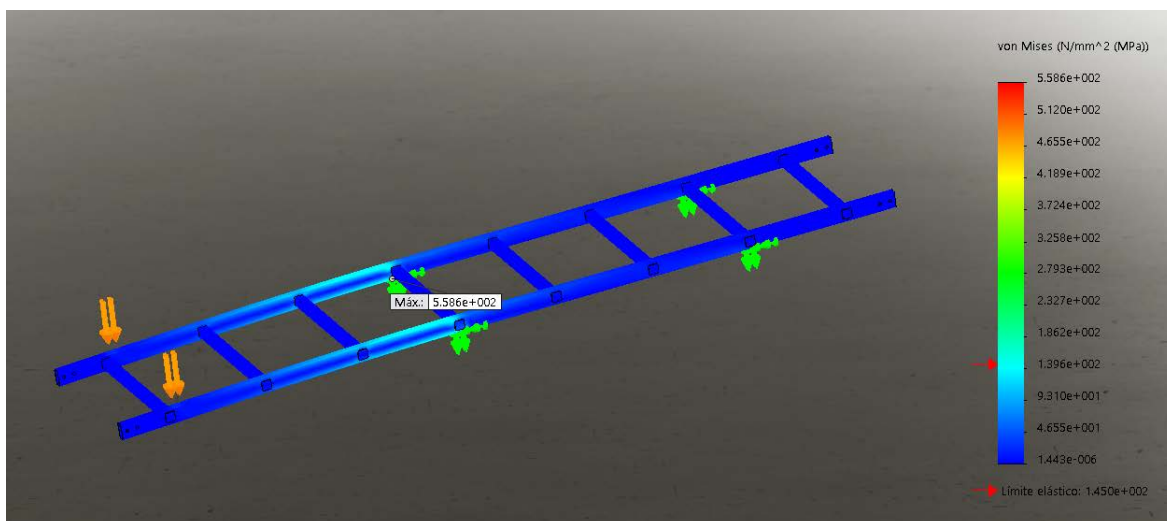


Figura 67. Distribución de tensiones en escala vertical.

Nuevo diseño

En el nuevo diseño ha aumentado la sección así como los radios de los montantes.

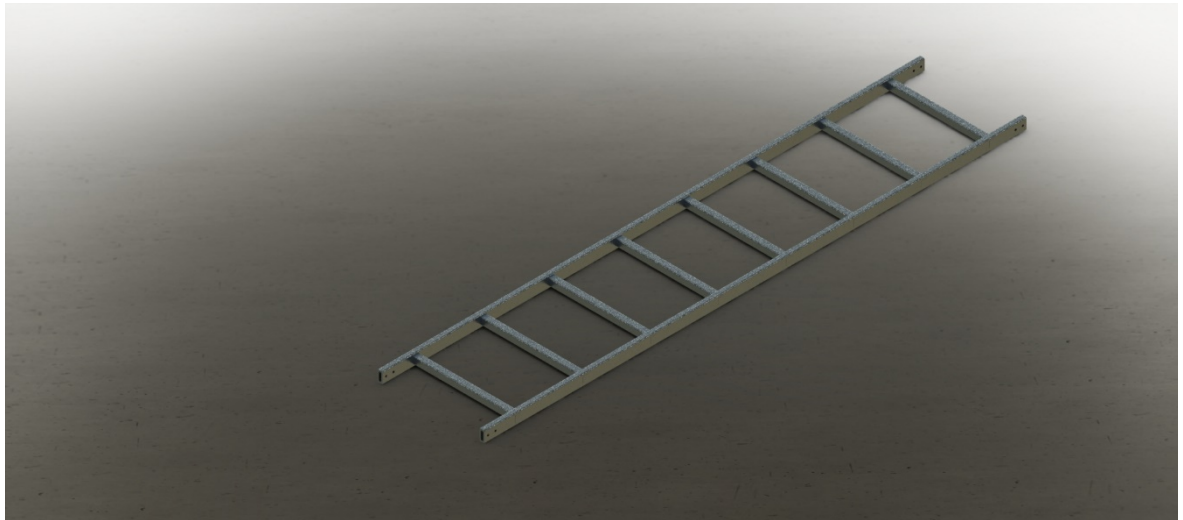


Figura 68. Nuevo diseño de escala vertical.

Propiedades del análisis estático 2 (solidworks).

- Material. Aluminio 6063 T5 ($\sigma_e = 145$ MPa).
- Sujeciones. Zona de apoyo del peldaño en el montante.
- Cargas externas. 700 N verticales situados en mitad del peldaño en una superficie de 100 mm de largo.
- Malla. Fina basada en curvatura.
- Simplificaciones. Se eliminan los remachados de los extremos del peldaño y las rugosidades para facilitar el mallado y la resolución.

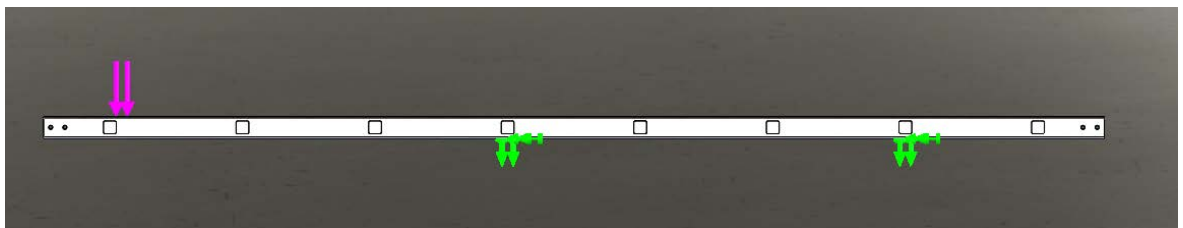


Figura 69. Condiciones de contorno de nueva escala vertical.

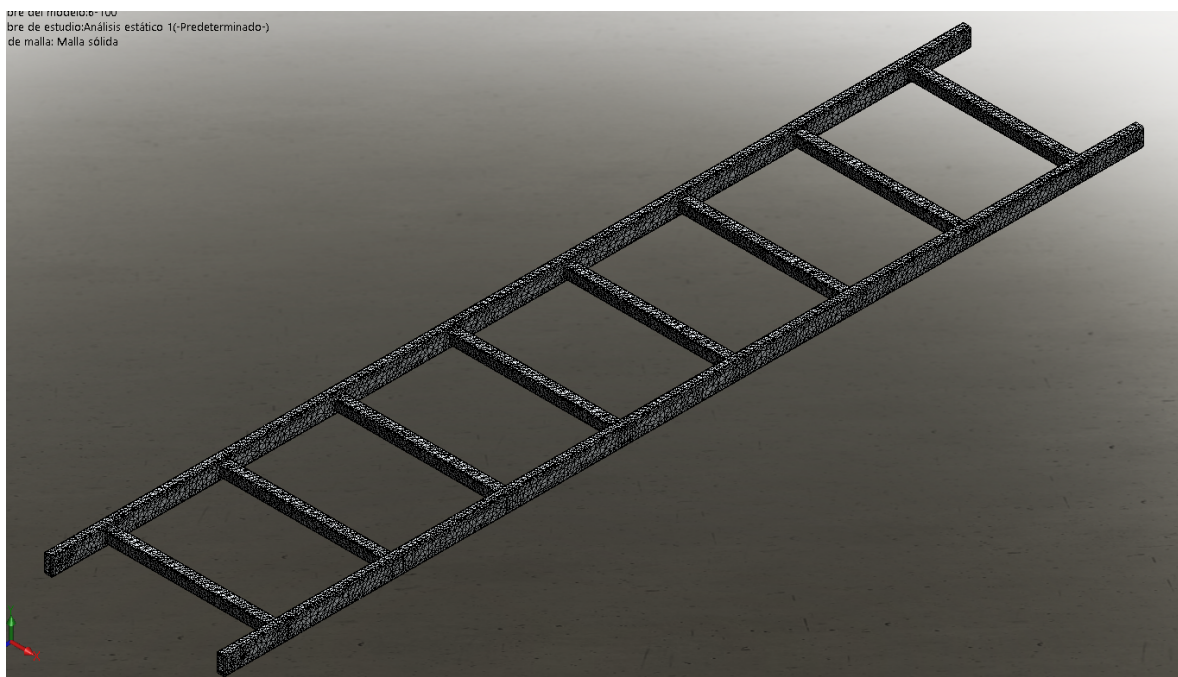


Figura 70. Malla de nueva escala vertical.

Resultados 2

- Tensiones (Von Mises).

La tensión máxima alcanzada es de 142,7 MPa, por lo tanto, el material no se deforma plásticamente.

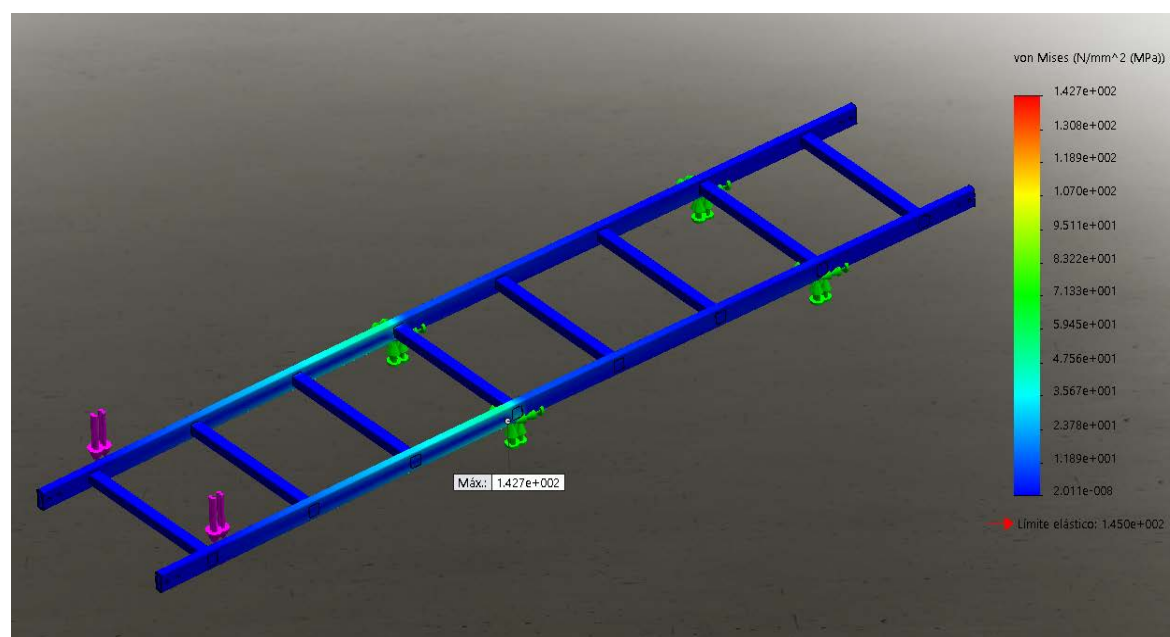


Figura 71. Distribución de tensiones en nueva escala vertical.

- Desplazamientos.

La máxima deformación se produce en el extremo del montante.

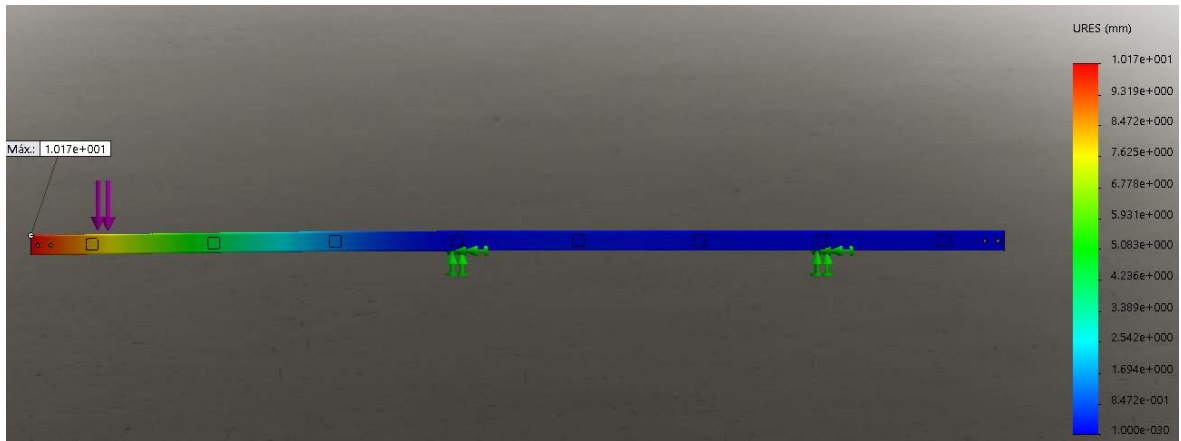


Figura 72. Deformación en escala vertical.

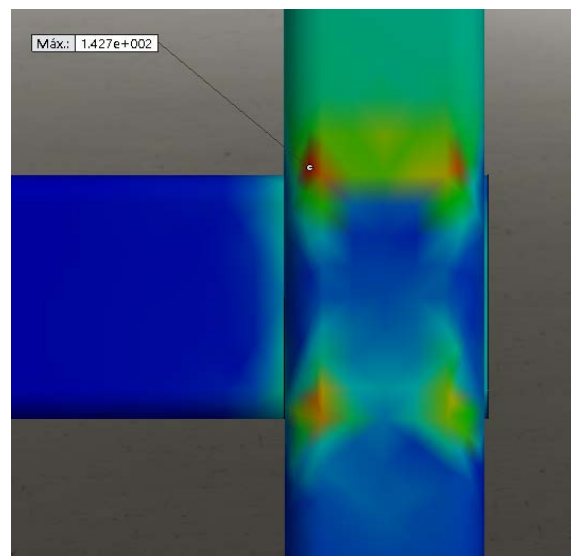


Figura 73. Distribución de tensiones en zona de máxima tensión (contacto con el punto de fijación A).

Conclusiones

Al aumentar la sección del montante se ha conseguido disminuir la tensión máxima, evitando que el material se deforme plásticamente. Aun así, el extremo del montante flexa 10 mm.

7. PRESUPUESTOS

El presupuesto del proyecto consta de dos partes:

- El coste del material fabricado.
- El coste de ingeniería que engloba las visitas a los pozos y las horas de diseño.

En la Figura 74 se representa el coste de todo el material utilizado en el proyecto de renovación de los accesos a los pozos de registro de la línea de Metro de Barcelona.

En la tabla aparece un código para cada módulo que se ha empleado en el proyecto, este código tiene su coste unitario asociado. Para cada pozo, representado mediante un número que se puede consultar en la Figura 8, se sabe la cantidad de cada módulo que se ha necesitado. Por lo tanto, realizando el sumatorio correspondiente y multiplicando por el coste unitario se obtiene el coste total.

	POZOS																												
CODIGO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	16*	17	18	19	20	21	21*	22	CANTIDAD	COSTE	UNITARIO	COSTE	
E09656000	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	21		224,04	4704,84	
E09655000	1	2	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	13		471,69	6131,97	
E09655100	0	1	1	0	1	2	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	15		286,43	4296,45
E09655101	0	3	1	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	1	1	0	13		286,43	3723,59
E09656600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2		153,57	307,14	
E09656200	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4		108,93	435,72	
E09651000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1		57,33	57,33	
E09650800	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	8		44,46	355,68	
E09650700	6	2	1	0	0	1	4	1	2	5	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	32		43,39	1388,48	
E09650600	1	2	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	11		40,71	447,81	
E09650500	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		37,82	37,82	
E09650300	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3		34,39	103,17	
E09652100	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3		64,96	194,88	
E09651800	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	7		50,49	353,43
E09650200	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3		16,41	49,23	
E09652700	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3		75,62	226,86	
E09653800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		86,53	0	
E09654000	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		108,78	108,78	
E09658108	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1		371,83	371,83	
E09656128	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		348,74	348,74	
E09655128	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	3		324,67	974,01	
E09654128	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	3		288,59	865,77	
E09654087	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		257,72	257,72	
E09654068	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		236,22	236,22	
E09655200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		737,21	737,21	
E09655300	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		244,16	244,16	
E09655301	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2		244,16	488,32	
E09655400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1		285,29	285,29	
E09656500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		189	189	
TOTAL:																											27921,5		

Figura 74. Tabla del coste del material fabricado.

En principio, como se puede ver en la Figura 8, se habla de un total de 22 pozos. Al realizar las visitas se advierte que en realidad hay dos pozos más, pero que no se representan en el resumen de pozos al inicio del proyecto ya que tanto su situación como su geometría es muy parecida a otros. Esto sucede con el pozo 16 y el 21. En la tabla de presupuestos se referencia con un asterisco el pozo contiguo. En el anexo de la memoria se adjuntan los planos que

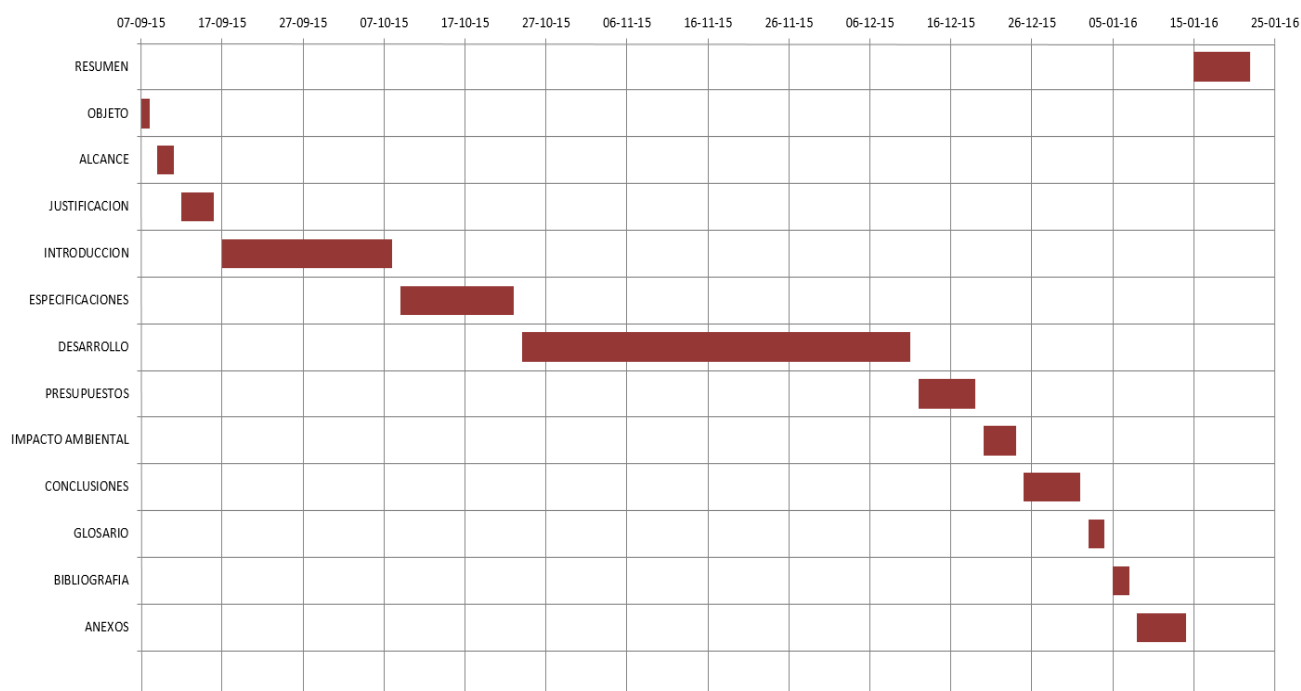
corresponden a cada uno de los códigos que aparecen en el presupuesto. Los códigos que empiezan por E09-65-XX-XX se refieren a módulos creados específicamente para este proyecto.

El coste de ingeniería que engloba las visitas a los pozos y las horas de diseño y realización de planos es de 4 000 euros.

COSTE DEL MATERIAL	27 921.5 EUROS
COSTE DE INGENIERIA	4 000 EUROS
COSTE TOTAL	31 921.5 EUROS

Figura 75. Coste del proyecto

8. PLANIFICACIÓN



9. IMPACTO AMBIENTAL

Todo el proceso seguido para la renovación de los accesos a los pozos de registro de la línea de Metro de Barcelona procura ser respetuoso con el medio ambiente. En primer lugar, todas las estructuras obsoletas de escaleras y plataformas retiradas, compuestas principalmente de hierro, han sido enviadas a una chatarrería para convertirse en chatarra y poder ser reutilizado en posteriores ocasiones mediante los procesos de reciclaje adecuados. El reciclaje de chatarra metálica puede ser muy beneficioso para el medio ambiente, el uso de chatarra reciclada en lugar de hierro virgen aporta las siguientes ventajas:

- 75 % de ahorro en energía.
- 86 % de reducción en la contaminación del aire.
- 40 % de reducción en la cantidad de agua usada.
- 76 % de reducción en la contaminación del agua.

Además, cada tonelada de acero hecha a partir de chatarra ahorra:

- 1 115 kg de mineral de hierro.
- 625 kg de carbón.
- 53 kg de piedra caliza.

En segundo lugar, la mayor parte de los módulos o elementos fabricados para este proyecto son de aluminio, ya sean escaleras, plataformas, etc. A excepción de los anclajes y la tornillería que son de acero aleado. Durante el proceso de fabricación de las escaleras y plataformas creadas para este proyecto, se ha almacenado la chatarra producida y ha sido enviada a una empresa encargada de su reciclaje y por lo tanto se garantiza su posterior reutilización, completando el ciclo del reciclaje del aluminio.

Como se ha comentado en la sección 4.3, el aluminio es un material 100% reciclable. Durante este proceso de fabricación no pierde sus cualidades físicas. Hoy en día este proceso se ha convertido en una faceta importante de la industria del aluminio. Si se compara la energía necesaria para el proceso de refundido del aluminio con la energía necesaria para producir el metal primario inicial, los números hablan por sí solos, se ahorra un 95% de energía. El reciclaje del aluminio contribuye al cuidado del medio ambiente al evitar la contaminación del suelo, agua y aire, así como a evitar el uso desmedido de recursos naturales y a reducir el uso de energía en plantas productoras. Cabe tener en cuenta que uno de los materiales que más tarda en degradarse es el aluminio, una simple lata de desintegra en 100 años aproximadamente. Al aluminio reciclado se le conoce como aluminio secundario.

Durante el año 2002 se produjeron en España 243 000 toneladas de aluminio reciclado y en el conjunto de Europa occidental la cifra ascendió a 3,6 millones de toneladas.

10. CONCLUSIONES

Como resultado del proyecto se han obtenido unos planos que permiten la renovación de los accesos a los pozos de registro de la línea de Metro de Barcelona. Estos planos engloban planos de fabricación, planos de montaje y planos de despiece de los pozos. El resultado del proyecto permite a la empresa Repsinter, mediante los medios adecuados y las correspondientes medidas de seguridad, el montaje de los módulos en los pozos de registro.

Determinados elementos utilizados en el proyecto para TMB pueden ser optimizados con el objetivo de aumentar su resistencia, aunque estos superan satisfactoriamente los ensayos obligatorios regidos por la norma UNE pertinente.

En todo momento ha sido importante mantener una buena comunicación con Repsinter, ya que de esta manera se facilita el trabajo por ambas partes. Debido a que no se diseña directamente sobre el terreno, en algunas ocasiones ha existido un reajuste del diseño inicial del pozo. Esta situación se presenta una vez se procede con la instalación de los módulos en el pozo de registro, es entonces cuando se pueden reajustar algunas medidas o algunos detalles que no se han podido apreciar durante las visitas iniciales.

Para el autor de la memoria ha representado la primera experiencia laboral en el ámbito de la ingeniería industrial. Ha sido muy satisfactorio poder formar parte de un proyecto donde se ha participado en la fase de desarrollo, pero a la vez se ha podido comparar el estado inicial del proyecto y el estado final, con los accesos ya instalados. Ha sido importante coger destreza en el trabajo de campo, haciendo observaciones y tomando anotaciones directamente en los pozos de registro. Como también aprender a interactuar con otros profesionales con un mismo objetivo, poner en común las ideas, discutir las, decidir cuál es la mejor opción y sacar adelante un proyecto conjuntamente.

11. GLOSARIO

Rampa. Medio de acceso constituido por un plano continuo inclinado con un ángulo de inclinación superior a 0 °, hasta 20 °.

Escalera. Medio de acceso con un ángulo de inclinación superior a 20 °, hasta 45 °, cuyos elementos horizontales son escalones. Concebida para ser usada frecuentemente y por personas que transportan herramientas.

Escala de peldaños. Medio de acceso con un ángulo de inclinación superior a 45 °, hasta 75 °, cuyos elementos horizontales son peldaños. Concebida para ser usada con menos frecuencia que la escalera. Para una inclinación igual o superior a 60° se debe bajar de espaldas.

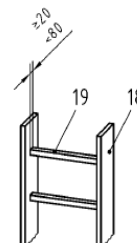


Figura 76. Peldaño

Escala. Medio de acceso con un ángulo de inclinación superior a 75 °, hasta 90 °, cuyos elementos horizontales son peldaños estrechos. Concebido para un uso ocasional y utilizando ambas manos para sujetarse.

Peldaño. Soporte de ascenso con una superficie de apoyo desde el frente hasta el fondo menor a 80 mm y como mínimo 20 mm.

Escalón. Soporte de ascenso con una superficie de apoyo desde el frente hasta el fondo igual o mayor a 80 mm.

Larguero o montante. Elemento estructural vertical donde se sujetan los peldaños.

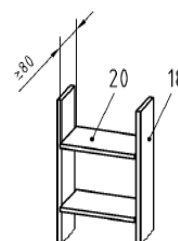


Figura 77. Escalón.

Vuelo de la escala. Parte continua de una escala fija:

- Entre las zonas de llegada y salida, en el caso de escalas sin plataformas.
- Entre la zona de llegada o la zona de salida y la plataforma más próxima.
- Entre dos plataformas sucesivas.

Dispositivo anticaídas. Medida técnica para eliminar o reducir el riesgo de caída de las personas desde las escalas fijas.

Nivel de salida. Nivel superior del entorno o de la plataforma intermedia por el que se desplaza una persona para abordar la bajada por la escala fija.

Nivel de llegada. Nivel inferior del entorno o de la plataforma intermedia por el que se

desplaza una persona después de bajar.

Plataforma intermedia. Estructura horizontal entre dos vuelos consecutivos de una escala.

Descansillo. Superficie equipada con los medios de protección necesarios diseñados para que el usuario de la escala pueda reposar físicamente.

Trampilla. Dispositivo normalmente cerrado que se puede abrir para dar acceso a través de una plataforma o a través de otras estructuras horizontales similares.

Plataforma de trabajo. Superficie a distinto nivel utilizada para el manejo, mantenimiento, inspección, reparación, toma de muestras y otras fases de trabajo relativas a la máquina.

Dispositivo de anclaje. Elemento o serie de elementos o componentes que incorporan uno o varios puntos de anclaje.

Elemento. Parte de un componente o de un subsistema. Las cuerdas, las bandas y cinchas, los elementos de enganche, los elementos de ajuste y las líneas de anclaje son ejemplo de elementos.

Punto de anclaje. Elemento al que puede ser sujeto un equipo de protección individual, tras la instalación del dispositivo de anclaje.

Huella. Distancia horizontal entre el borde de dos escalones consecutivos

12. BIBLIOGRAFIA

UNE-EN 131-1. *Escaleras. Parte 1: Terminología, tipos y dimensiones funcionales.*

UNE-EN 795. *Protección contra caídas de altura. Dispositivos de anclaje. Requisitos y ensayos.*

UNE-EN ISO 14122-1. *Seguridad de las máquinas. Medios de acceso permanente a máquinas e instalaciones industriales. Parte 1: Selección de medios de acceso fijos entre dos niveles.*

UNE-EN ISO 14122-3. *Seguridad de las máquinas. Medios de acceso permanente a máquinas e instalaciones industriales. Parte 3: Escaleras, escalas de peldaños y guardacuerpos.*

UNE-EN ISO 14122-4. *Seguridad de las máquinas. Medios de acceso permanente a máquinas e instalaciones industriales. Parte 4: Escaleras fijas.*

UNE-EN 14396. *Escaleras fijas para pozo de registro.*

European Special Ladders (ESLA) [en línea]. Proceso de fabricación. [Consulta: 7 septiembre 2015]. Disponible en: <http://www.esla.es/proceso-fabricacion-escaleras-plataformas>

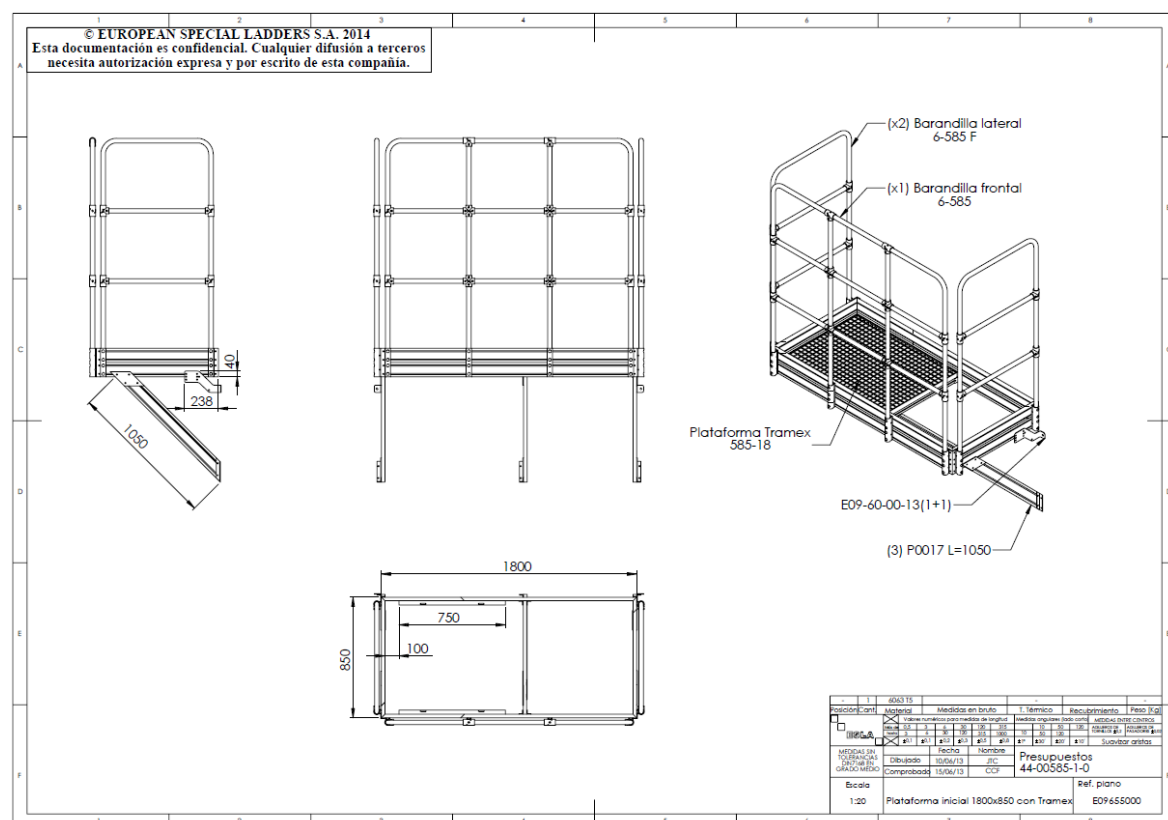
El bandero. *Red ferroviaria de Barcelona* [blog]. [Consulta: 20 septiembre 2015]. Disponible en: <http://redferroviariabcn.blogspot.com.es>

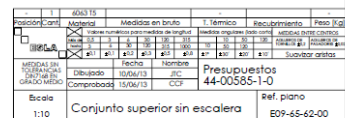
Wikipedia: the free encyclopedia [Wiki en Internet]. *Pozo de visita*. St. Petersburg (FL): Wikimedia Foundation, Inc. 2001. [Consulta: 22 septiembre 2015]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Pozo_de_visita

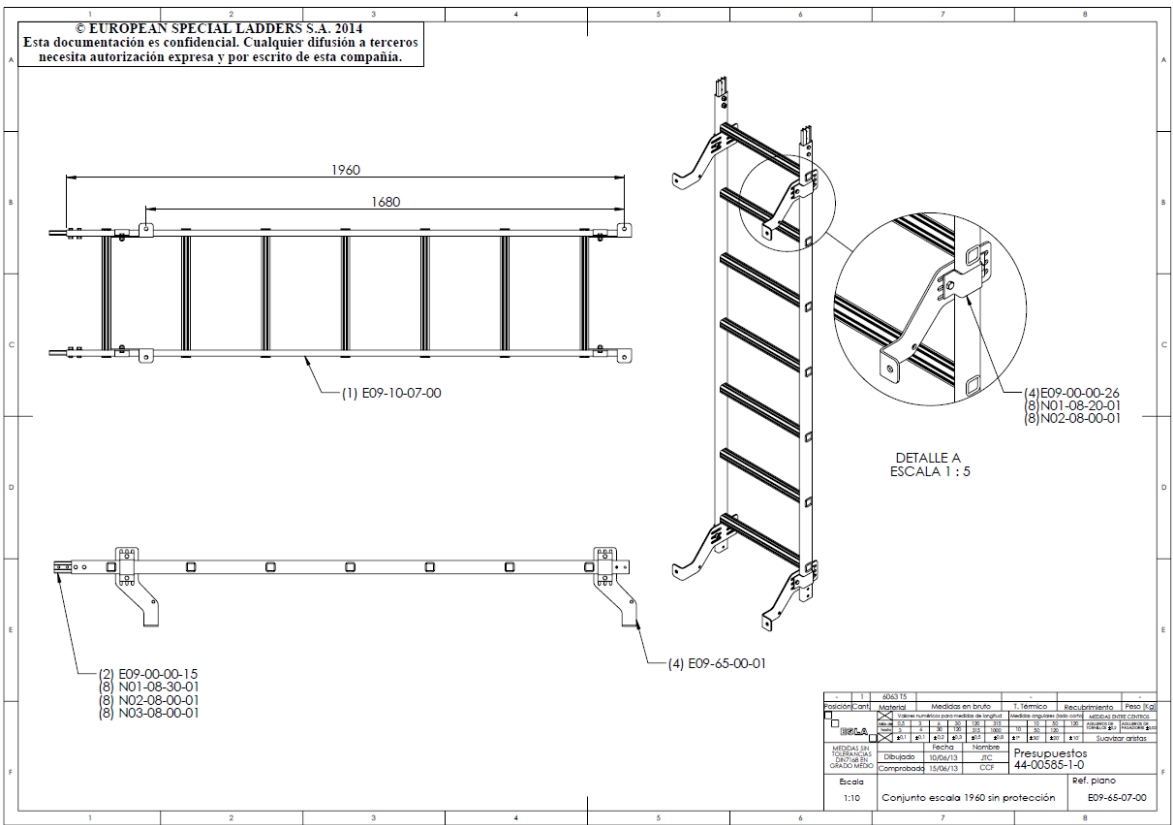
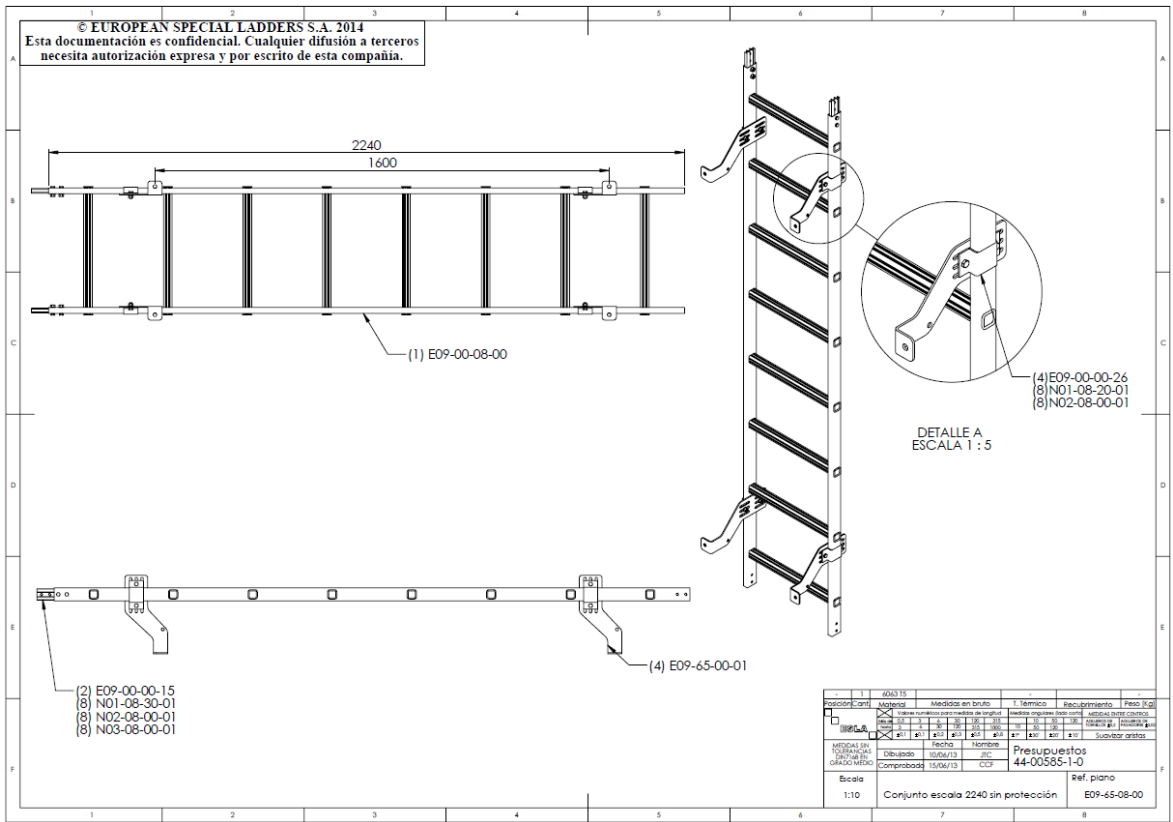
Wikipedia: the free encyclopedia [Wiki en Internet]. *Scrap*. St. Petersburg (FL): Wikimedia Foundation, Inc. 2001. [Consulta: 21 diciembre 2015]. Disponible en: <https://en.wikipedia.org/wiki/Scrap>

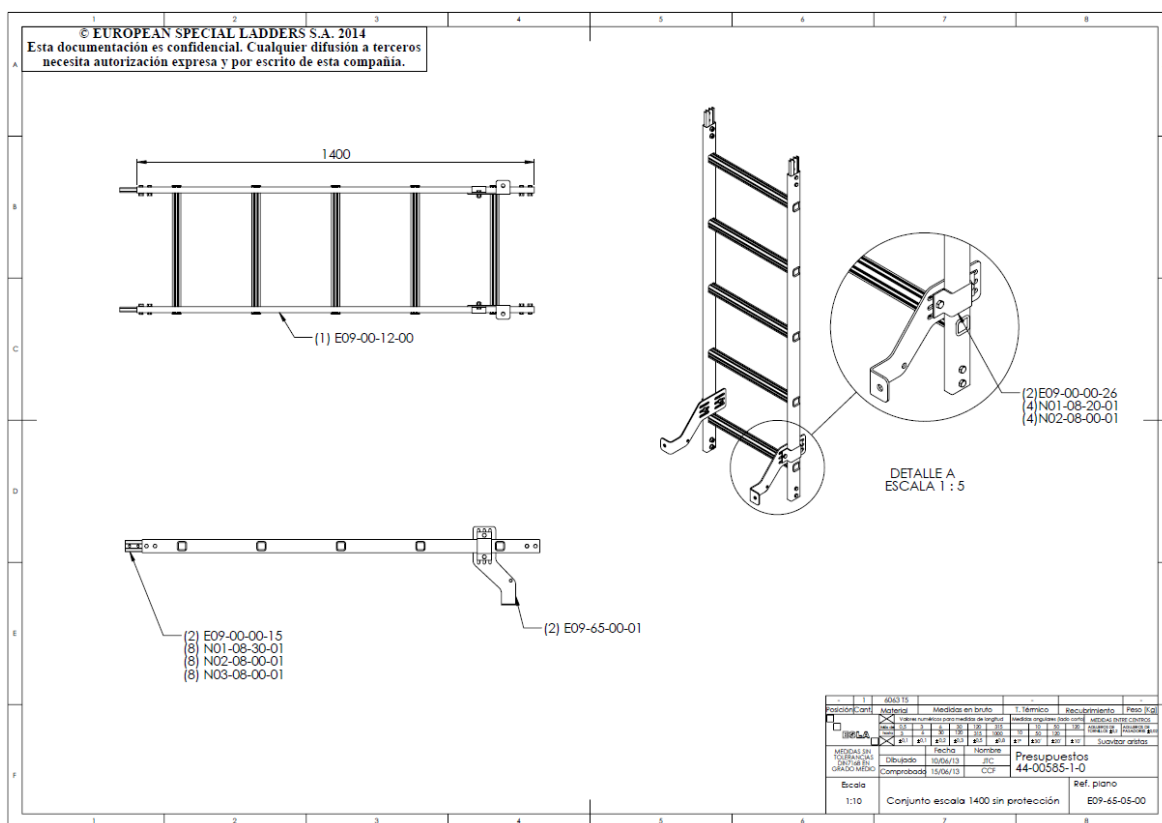
Wikipedia: the free encyclopedia [Wiki en Internet]. *Aluminio*. St. Petersburg (FL): Wikimedia Foundation, Inc. 2001. [Consulta: 26 septiembre 2015]. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Aluminio>

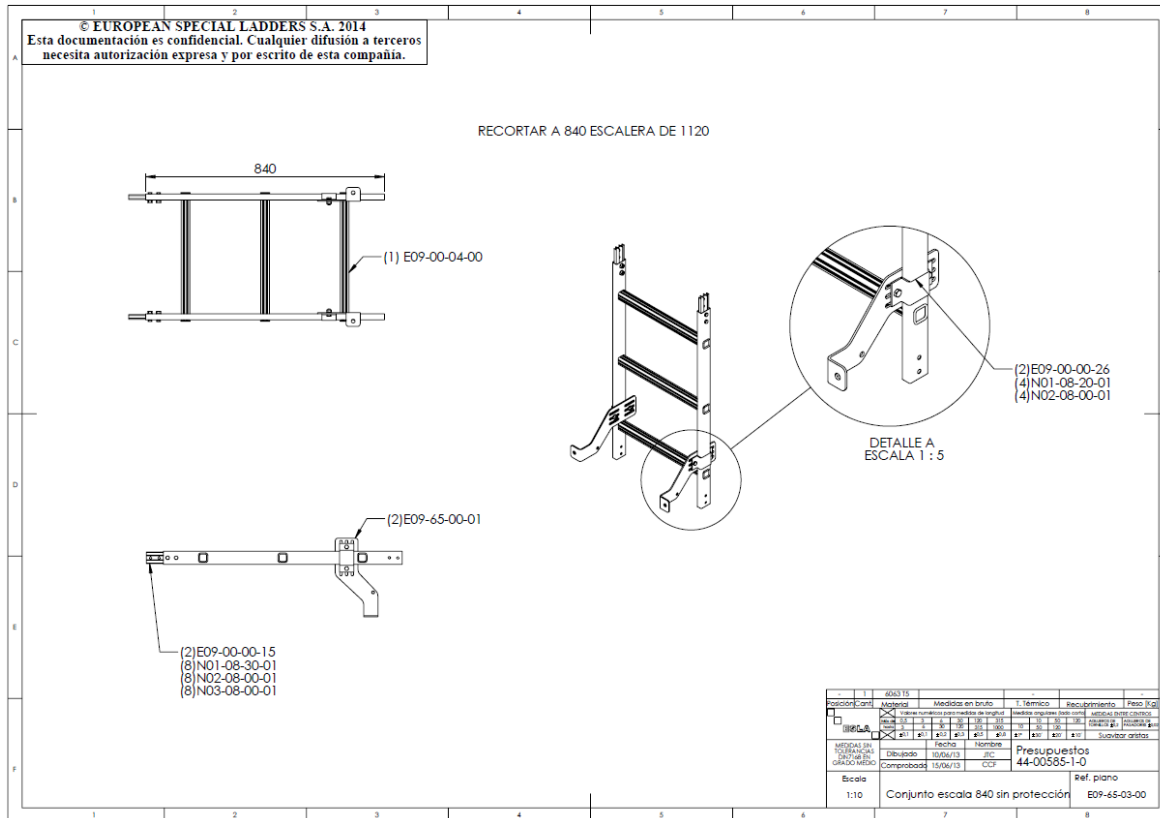
Rejillas de P.R.F.V.-Tramex [en línea]. [Consulta: 18 octubre 2015]. Disponible en: <http://www.adhorna.es/es/productos-prfv/tramex-en-prfv>

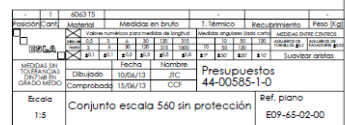
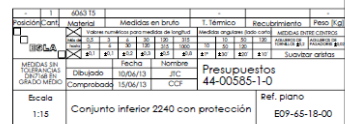
[illegible]

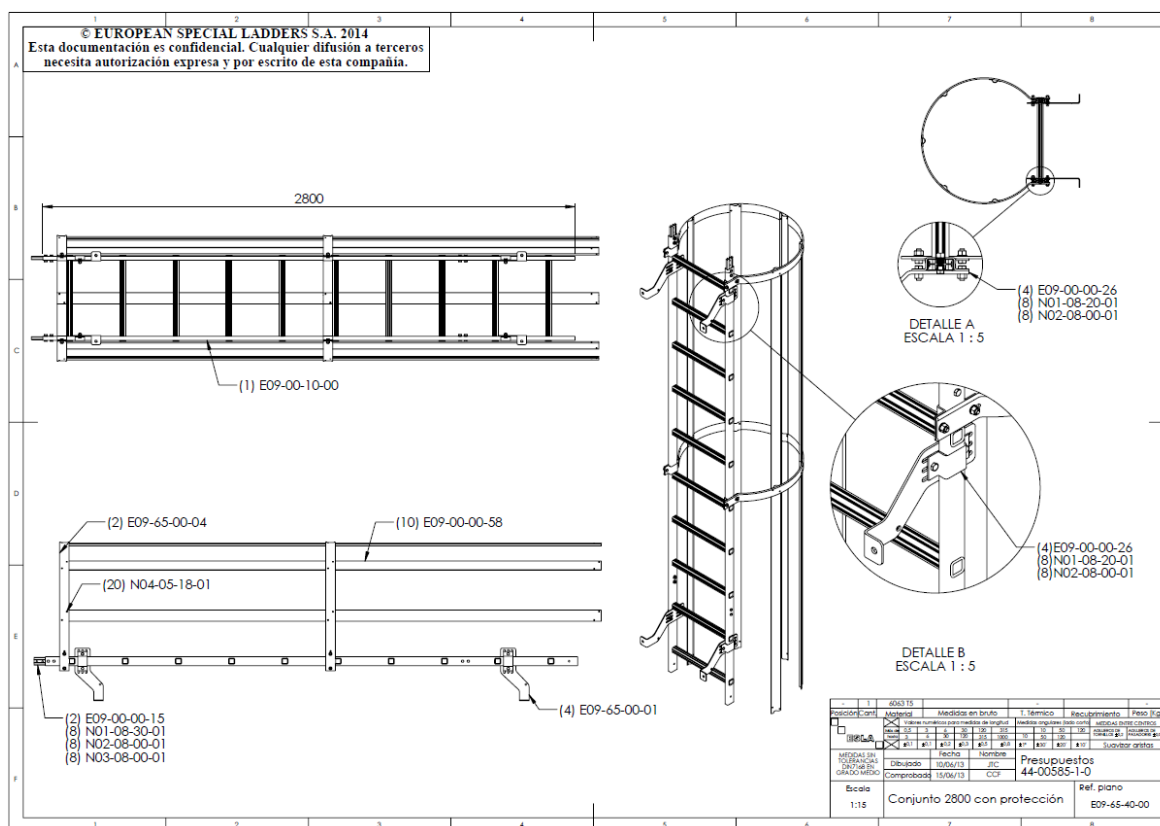


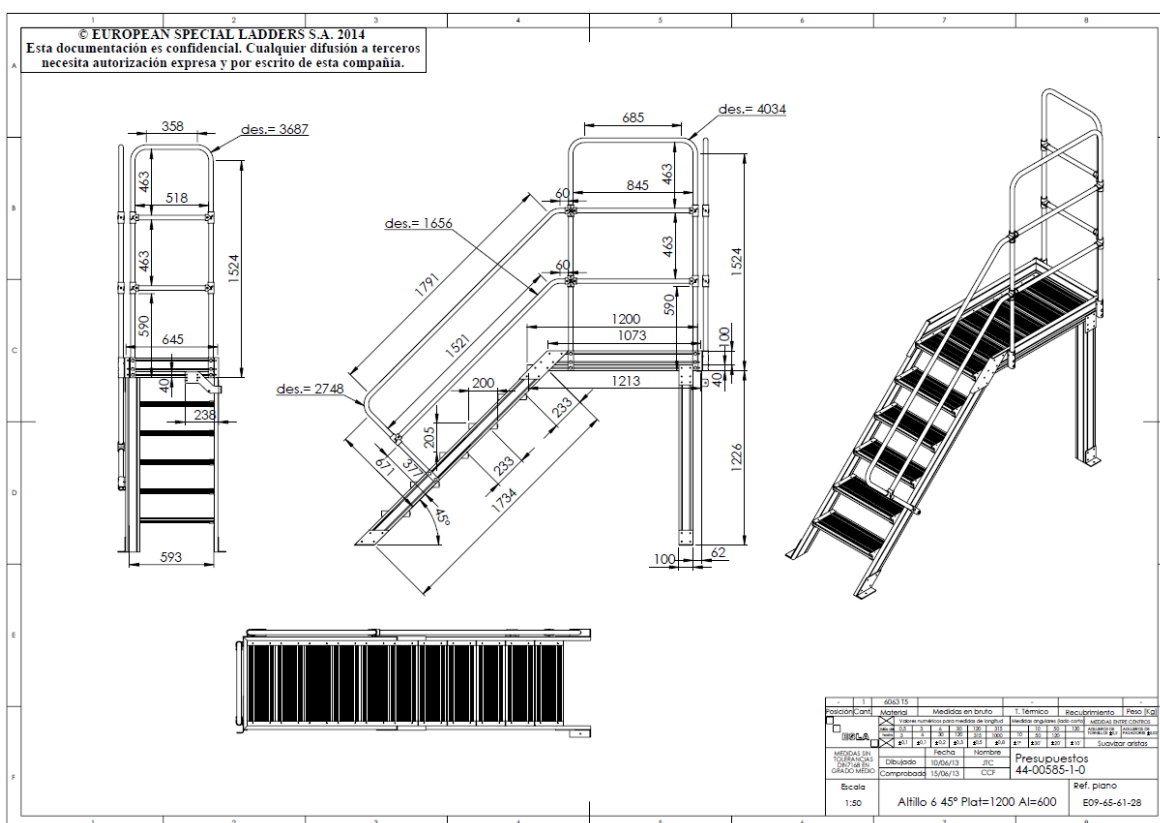
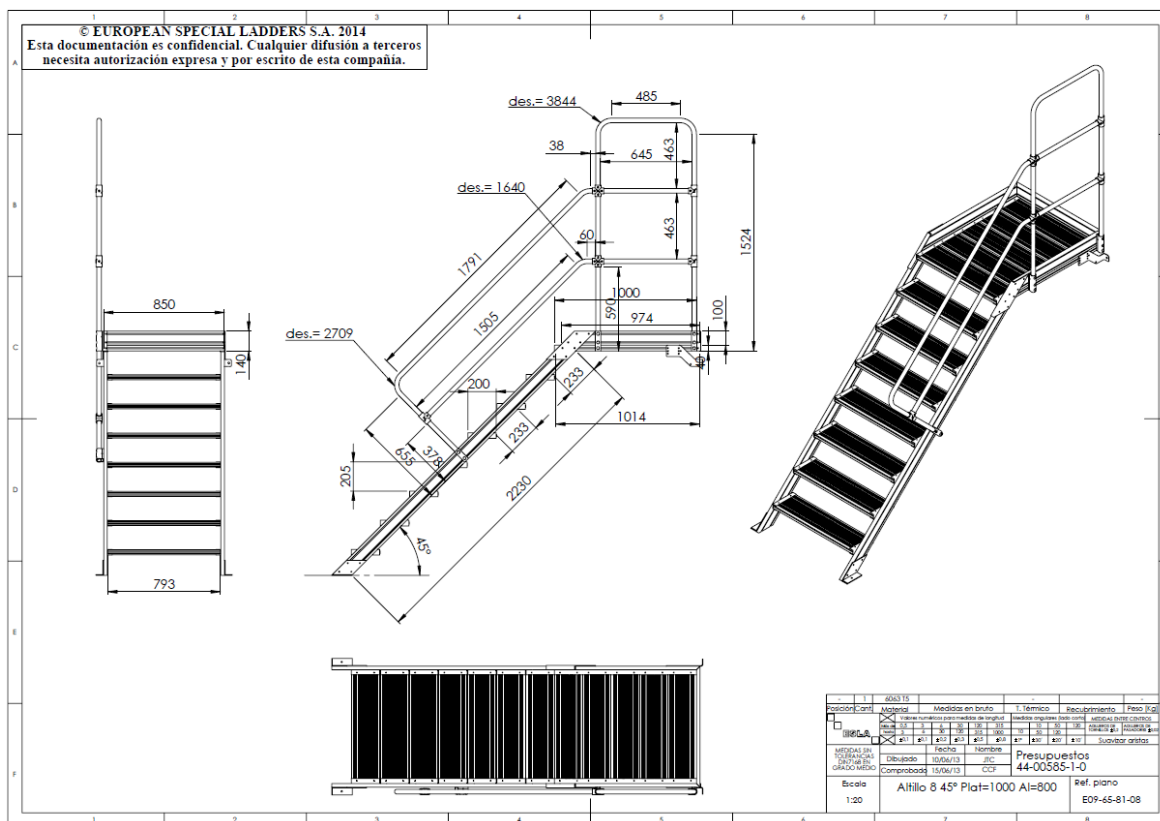


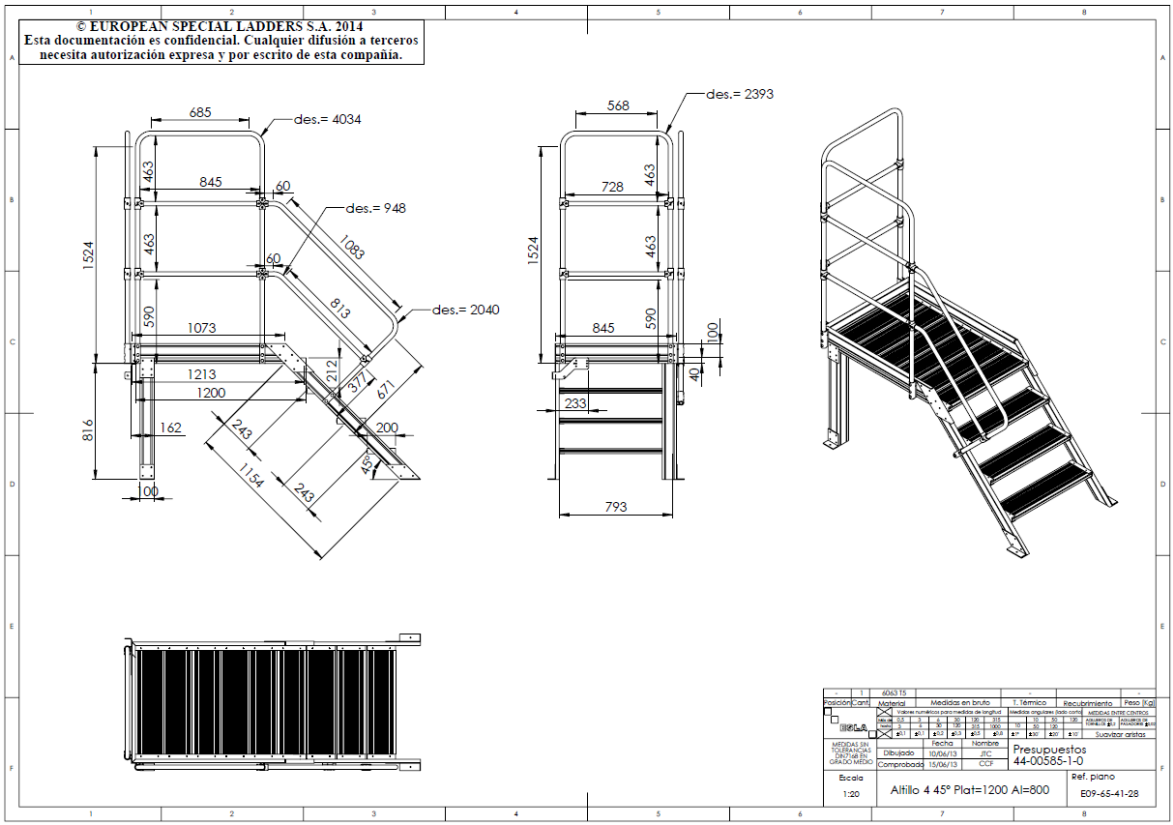
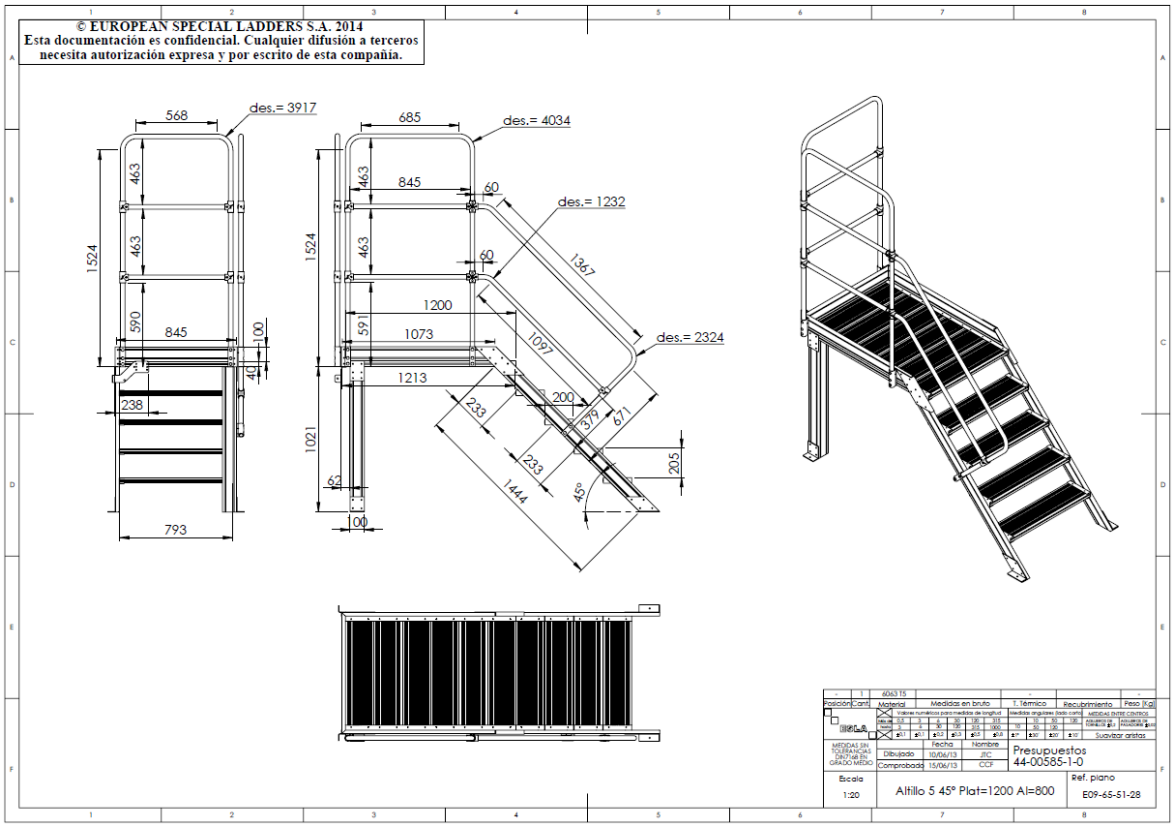


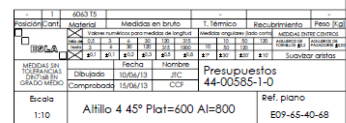
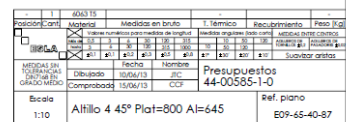


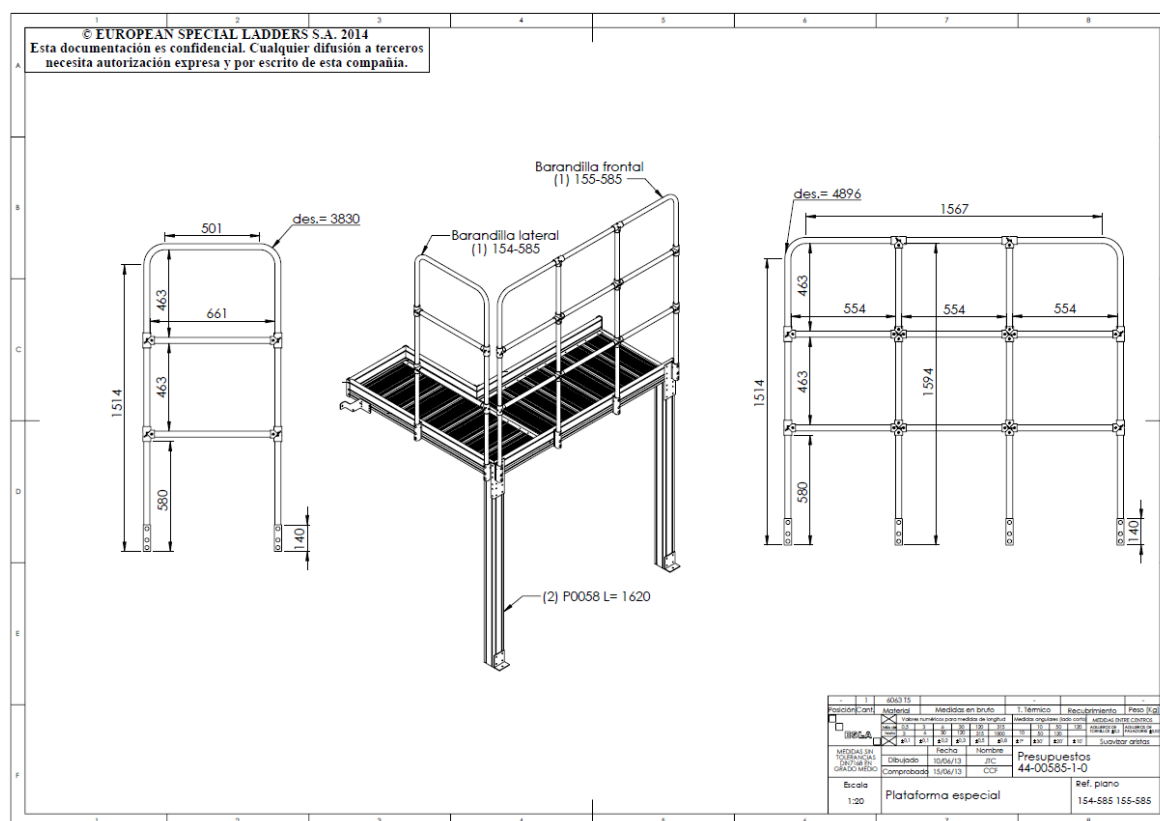
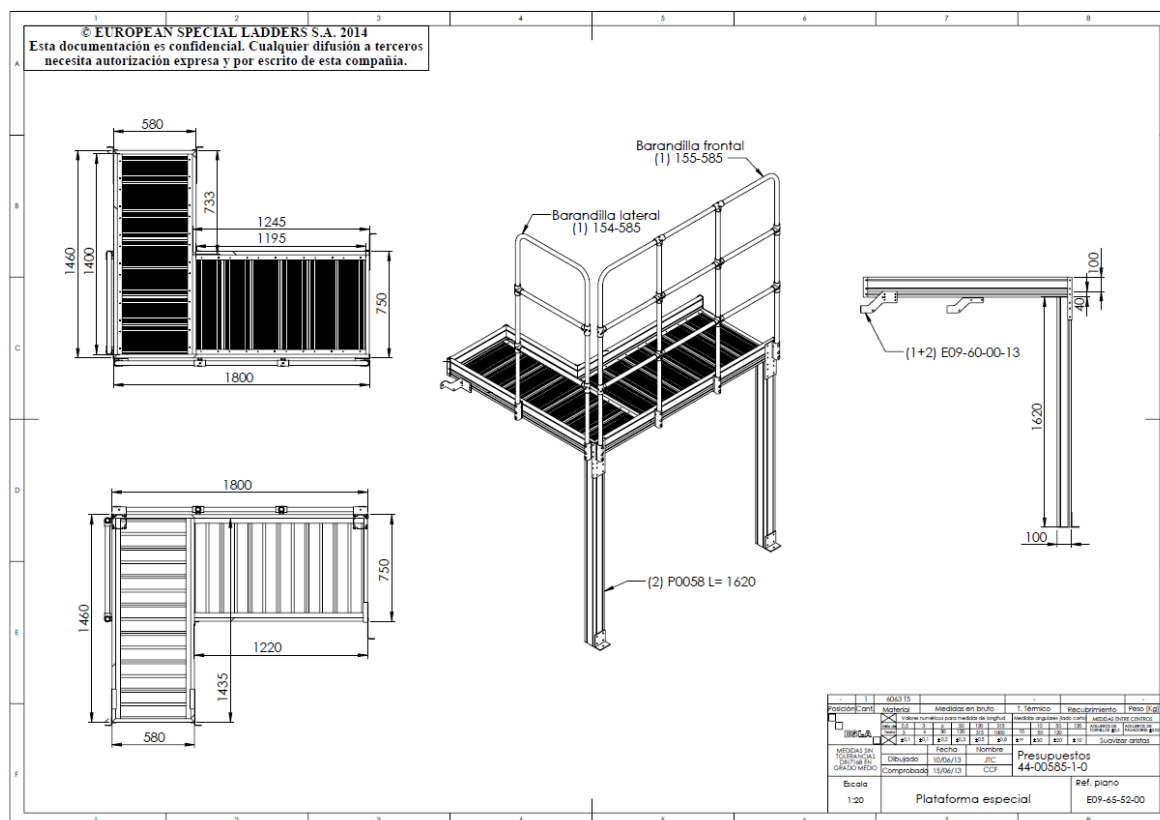


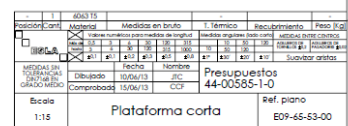












ANALISIS POR ELEMENTOS FINITOS DE ANCLAJE CON NUEVAS CONDICIONES DE CONTORNO

Se ha creído conveniente realizar una nueva simulación del anclaje, aplicando unas condiciones de contorno diferentes a las aplicadas en la sección 6.4.1. Estas reflejan con más veracidad el tipo de carga a la que se ve sometido el anclaje durante el ensayo marcado por la UNE.

Propiedades del analisis estatico 1

- Material. Acero al carbono fundido ($\sigma_e = 248,2$ MPa).
- Sujeciones. Superficie del anclaje en contacto con los tornillos que unen el anclaje a la brida. (flechas verdes).
- Cargas externas. 1 500 N en sentido longitudinal del larguero (flechas rosas).
- Malla. Fina basada en curvatura.
- Simplificaciones. Se consideran dos anclajes en cada montante, por lo que la fuerza se reparte proporcionalmente entre los dos anclajes.

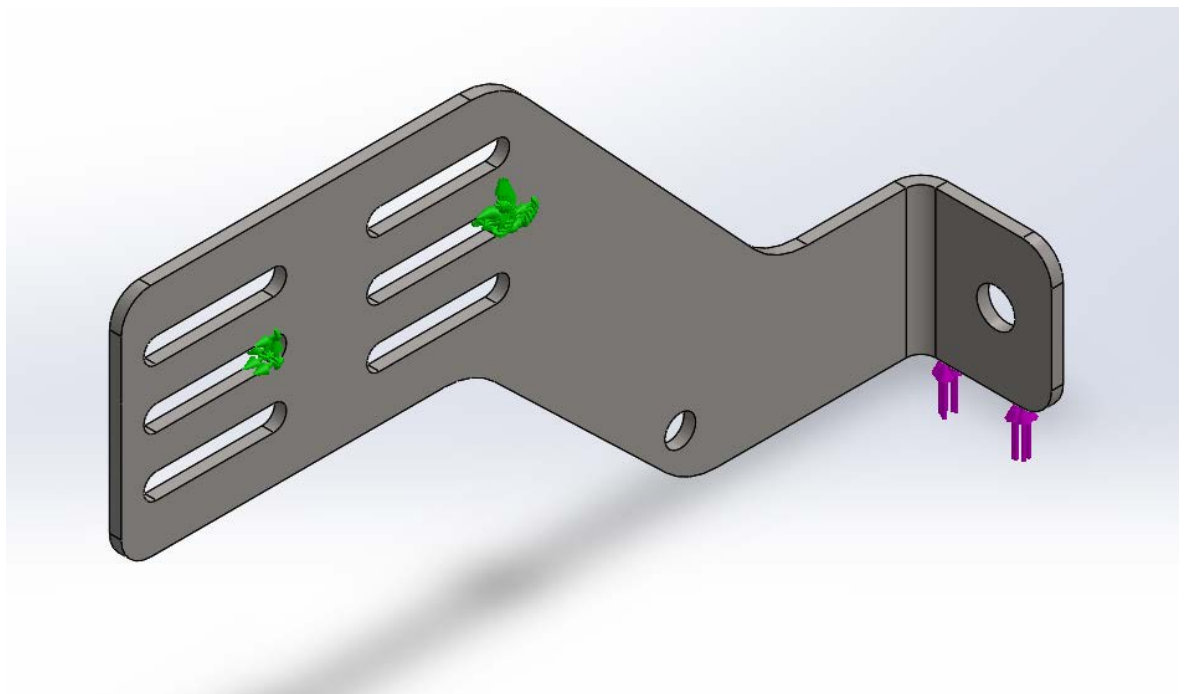


Figura 78. Condiciones de contorno en anclaje original.

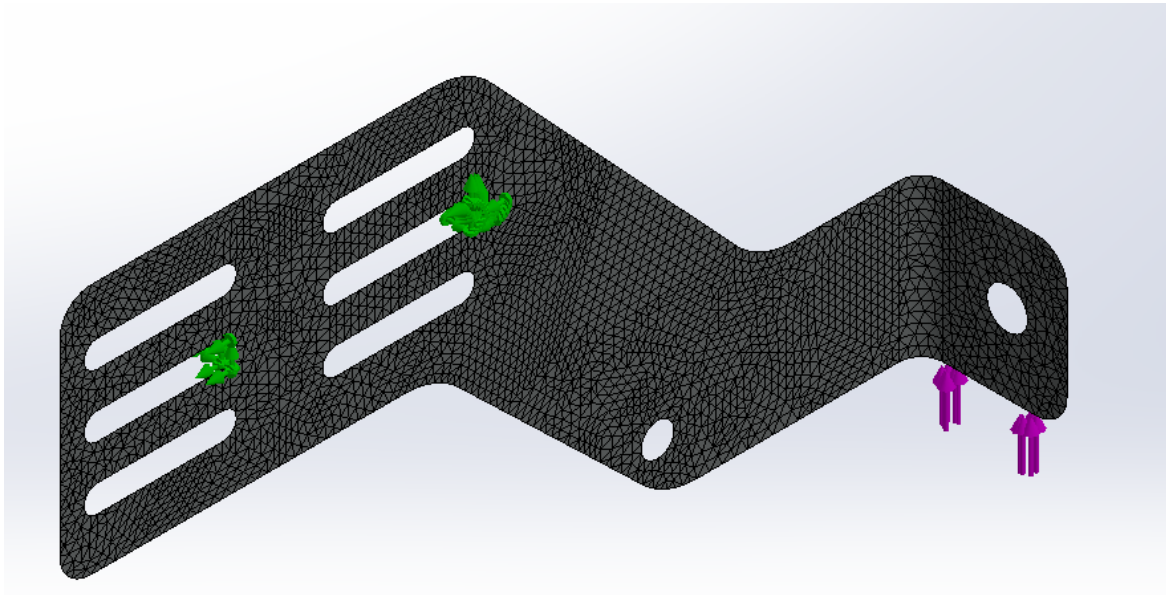


Figura 79. Mallado del anclaje original.

Resultados 1

- Tensiones (Von Mises).

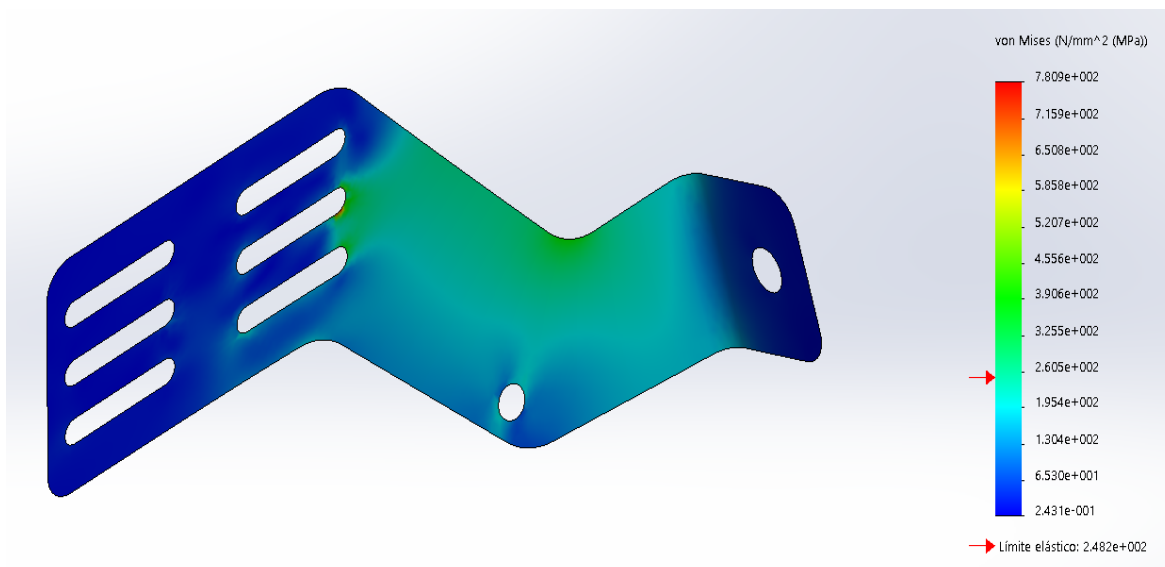


Figura 80. Distribución de tensiones en anclaje original.

El análisis de tensiones indica que la tensión máxima producida en el anclaje supera el límite elástico del material. Por lo que el anclaje se deforma plásticamente y no supera el ensayo.

Se procede a realizar el mismo ensayo en el nuevo diseño.

Nuevo diseño

Propiedades del analisis estatico 2

- Material. Acero al carbono fundido ($\sigma_e = 248,2$ MPa).
- Sujeciones. Superficie del anclaje en contacto con los tornillos que unen el anclaje a la brida. (flechas verdes).
- Cargas externas. 1 500 N en sentido longitudinal del larguero (flechas rosas).
- Malla. Fina basada en curvatura.
- Simplificaciones. Se consideran dos anclajes en cada montante, por lo que la fuerza se reparte proporcionalmente entre los dos anclajes.

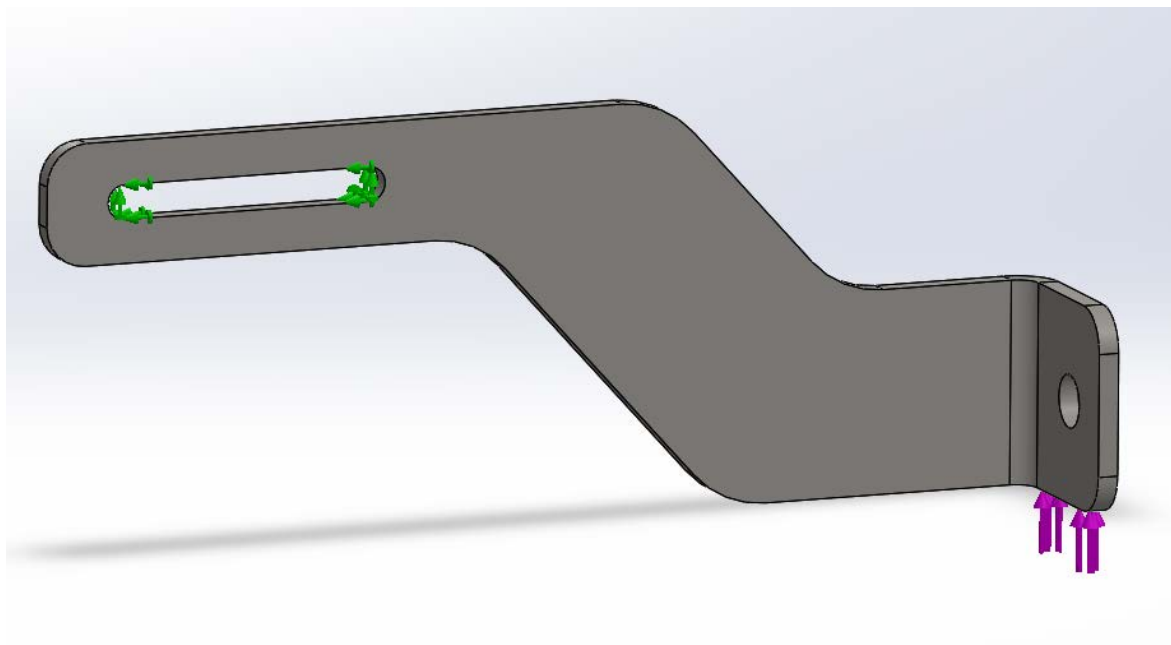


Figura 81. Condiciones de contorno en nuevo diseño de anclaje.

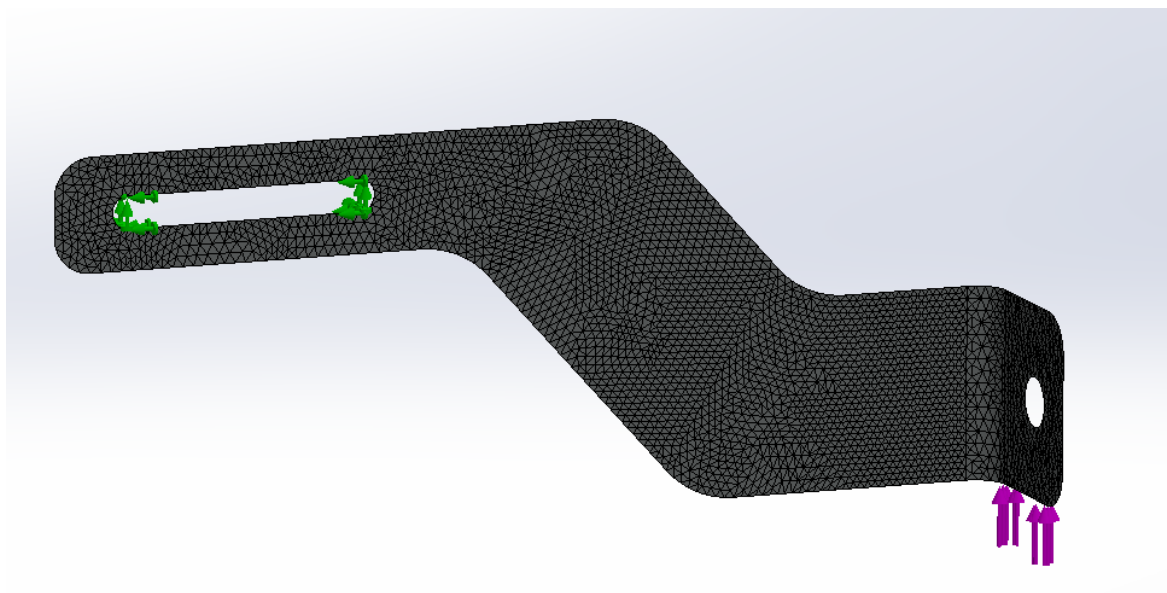


Figura 82. Mallado en nuevo diseño de anclaje.

Resultados 2

- Tensiones (Von Mises).

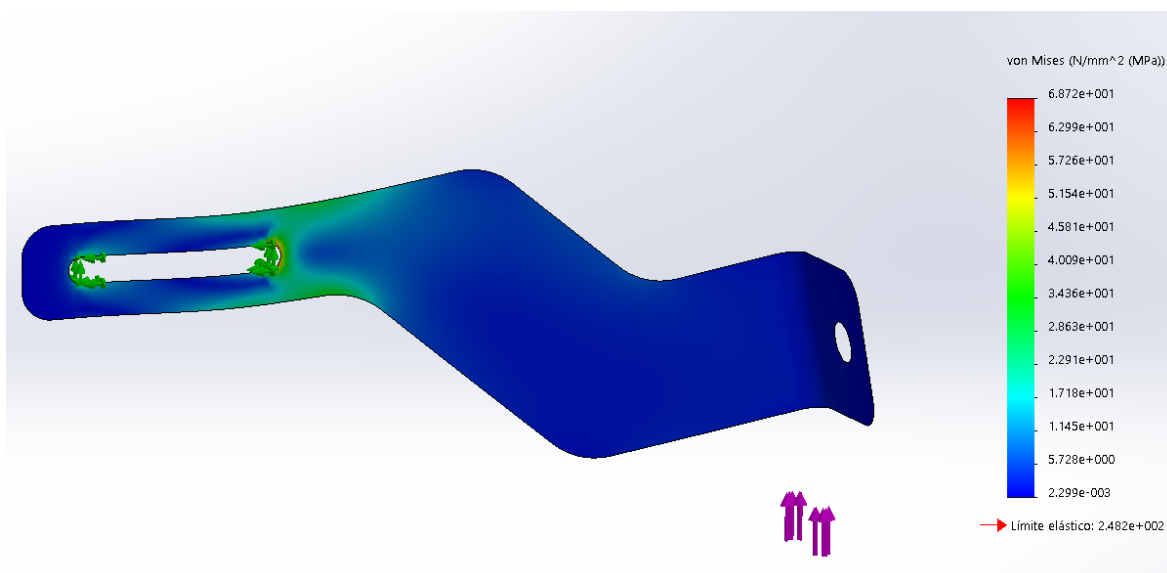


Figura 83. Distribución de tensiones en nuevo diseño de anclaje.

El análisis de tensiones indica que la máxima tensión producida en el anclaje es de 68,7 MPa por lo que no se supera el límite elástico del material de 248,2 MPa. El ensayo se supera sin que el anclaje sufra deformación plástica.

En la siguiente imagen se ve el punto donde se alcanza el pico de tensión.

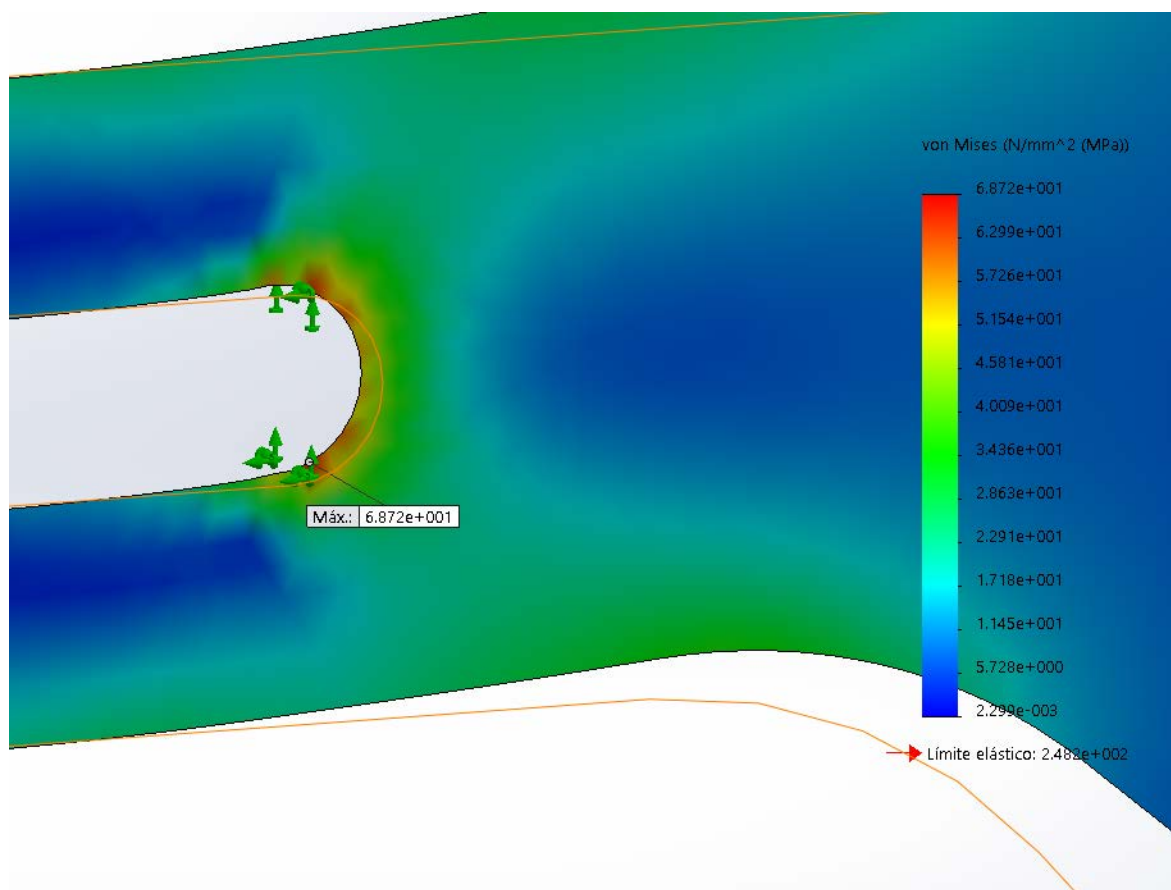


Figura 84. Zona de máxima tensión.

- Desplazamientos.

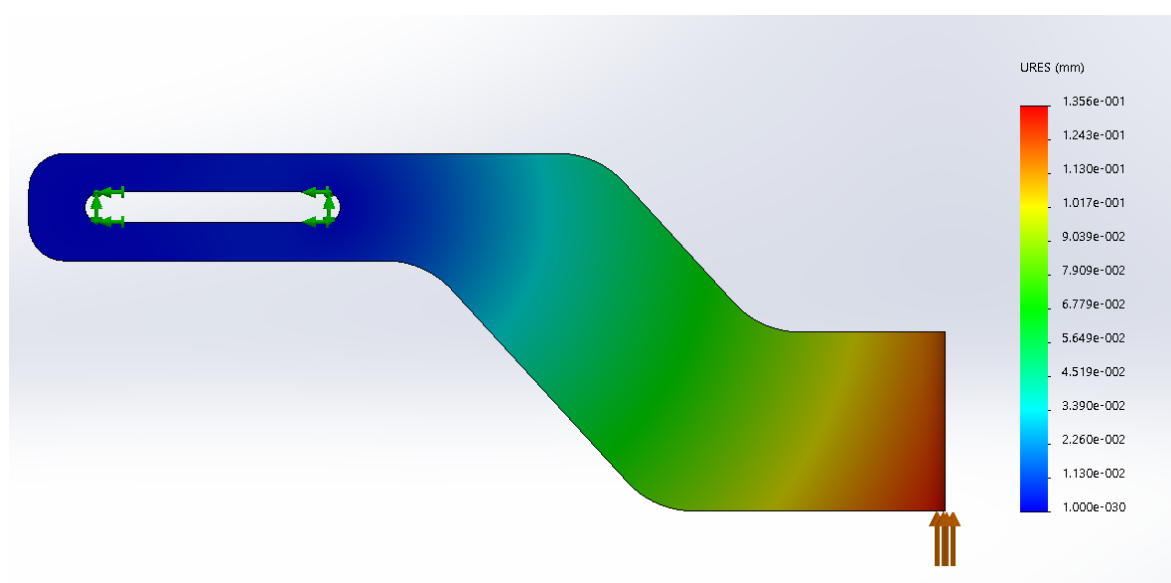


Figura 85. Deformación en nuevo diseño de anclaje.

Conclusiones

En la siguiente tabla se comparan los resultados obtenidos con las diferentes condiciones de contorno.

	C.CONTORNO 1		C.CONTORNO 2	
	<i>Tensión</i>	<i>Deformación</i>	<i>Tensión</i>	<i>Deformación</i>
Diseño original	1 744	-	780,9	-
Diseño nuevo	17,6	0,25	68,7	0,13

Tabla 2. Comparación cálculos en anclaje.

De la tabla se deduce que con las nuevas condiciones de contorno en el diseño original la tensión disminuye respecto las condiciones de contorno iniciales, mientras que en el nuevo diseño ocurre a la inversa, la tensión aumenta. Respecto a las deformaciones, en la nueva situación se produce una deformación menor del anclaje.

Las tensiones máximas se encuentran localizadas en diferentes zonas. Con las nuevas condiciones de contorno el pico de tensión se produce en el arco del coliso más proximo al punto de unión con la pared, mientras que con las condiciones de contorno anteriores esta tensión aparece en el cambio de dirección de la chapa, en la zona inferior y superior del anclaje.

Trabajo de Fin de Grado
Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

**Diseño de nuevos accesos a los pozos de
registro de la línea de Metro de Barcelona**

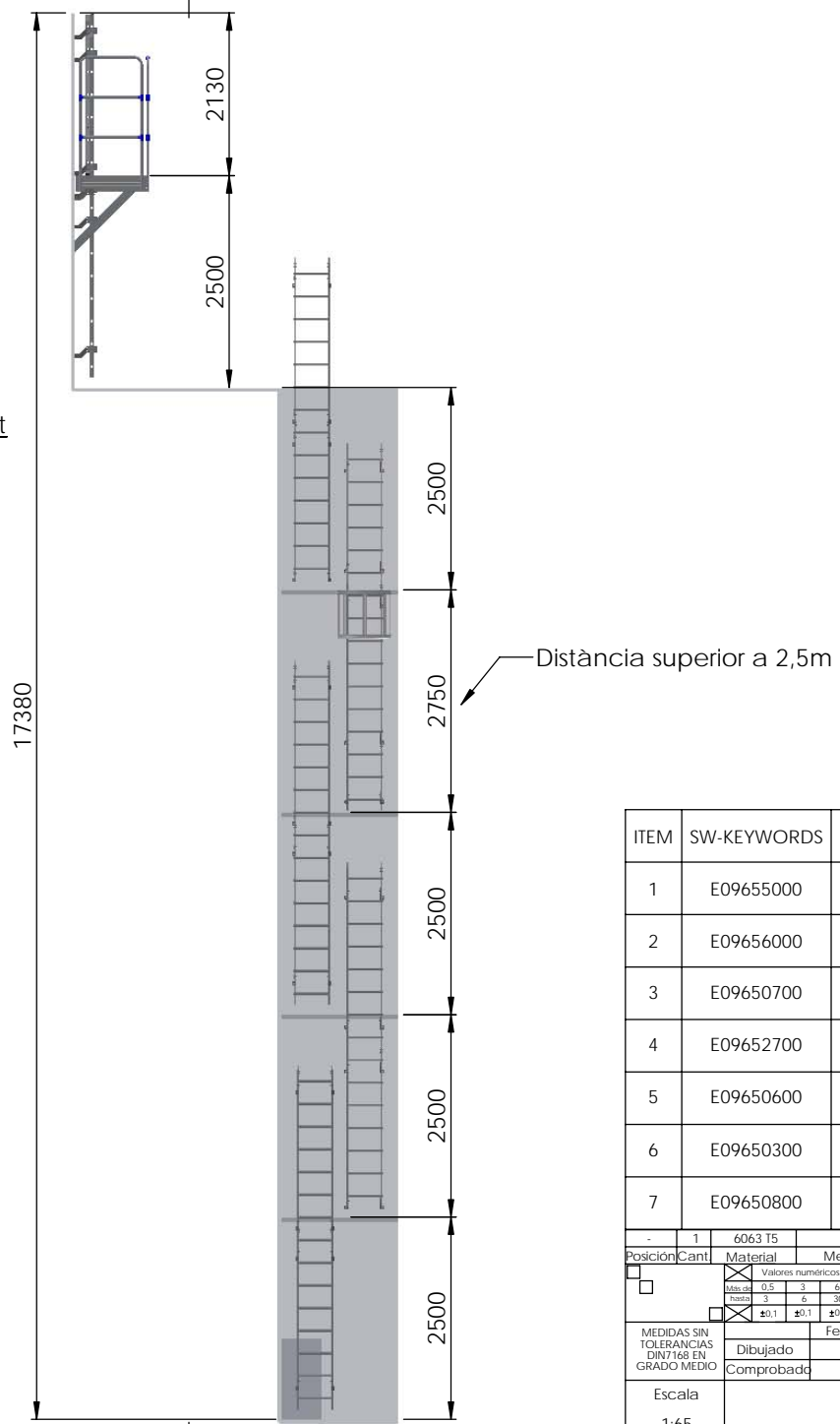
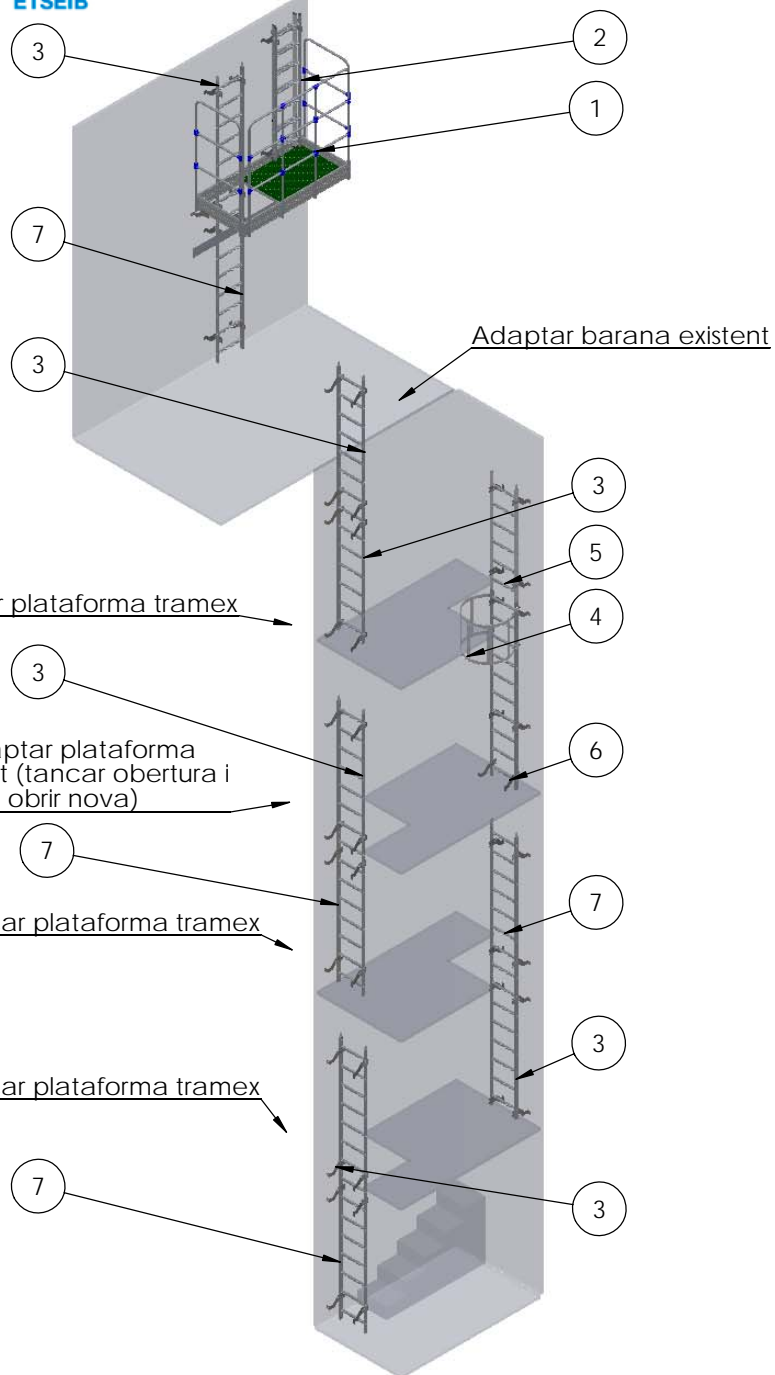
**ANEXO A: Planos de nuevos accesos a los pozos de registro de
la línea de Metro de Barcelona.**

Autor: Albert David Gil Martínez
Director/s: Emilio Angulo Navarro
Convocatoria: Enero 2016



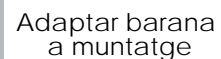
Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Industrial de Barcelona





ITEM	SW-KEYWORDS	DESCRIPTION	QTY.
1	E09655000	Plataforma inicial 1800x850 con Tramex	1
2	E09656000	Modulo escala extensible	1
3	E09650700	Conjunto escala 1960 sin protección	6
4	E09652700	Conjunto 1960 con protección 600	1
5	E09650600	Conjunto escala 1680 sin protección	1
6	E09650300	Conjunto escala 840 sin protección	1
7	E09650800	Conjunto escala 2240 sin protección	4

-	1	6063 T5	-	-	-
Posicion	Cant.	Material	Medidas en bruto	T. Térmico	Recubrimiento
			Valores numéricos para medidas de longitud	Medidas angulares (lado corto)	MEDIDAS ENTRE CENTROS
			3 6 30 120 315 1000	10 50 120	AGUJEROS DE PASADORES Ø12
			±0,1 ±0,1 ±0,2 ±0,3 ±0,5 ±0,8	±1° ±30° ±20° ±10°	AGUJEROS DE PASADORES Ø102
			Fecha	Nombre	Suavizar aristas
			Dibujado		
			Comprobado		
MEDIDAS SIN TOLERANCIAS DIN7168 EN GRADO MEDIO				Ref. plano 1_MONUMENTAL	
Escala 1:65					



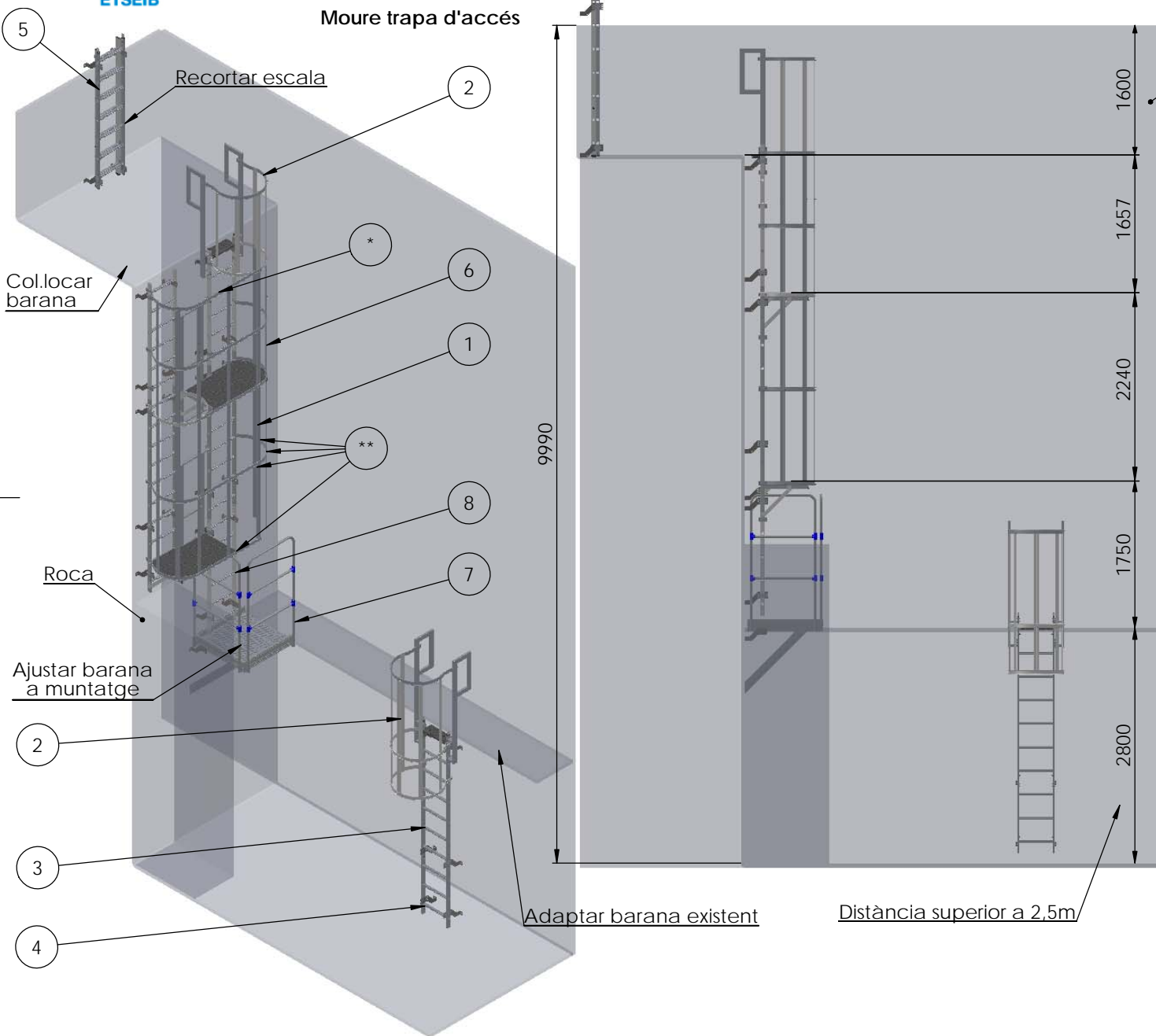
ITEM	SW-KEYWORDS	DESCRIPTION	QTY.
1	E09655000	Plataforma inicial 1800x850 con Tramex	2
2	E09650700	Conjunto escala 1960 sin protección	2
3	E09655100	Conjunto 2240 descansillo	1
4	E09650600	Conjunto escala 1680 sin protección	2
5	E09656000	Modulo escala extensible	1
6	E09655101	Conjunto 2240 empalme descansillo	3

-	1	Damero 3/5				-										
Posición	Cant	Material	Medidas en bruto				T. Térmico		Recubrimiento	Peso [Kg]						
<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	Valores numéricos para medidas de longitud				Medidas angulares (todo canto)		MEDIDAS ENTRE CENTROS							
<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	Medidas de Pasos				Medidas de Pasadores		Medidas de Pasadores							
		<input checked="" type="checkbox"/>	0,5	2	6	30	120	315	10	50	120	120	ACUERDOS DE BORNELOS	20	PASADORES PASADORES	20
		<input checked="" type="checkbox"/>	±0.1	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1*	±30*	±20*	±10*	Suavizar aristas			
MEDIDAS SIN TOLERANCIAS DIN1768 EN GRADO MEDIO		<input checked="" type="checkbox"/>	Fecha		Nombre											
		<input checked="" type="checkbox"/>	Dibujado													
		<input checked="" type="checkbox"/>	Comprobado													
Escala 1:60										Ref. plano 2_BAC DE RODA						

ITEM	SW-KEYWORDS	DESCRIPTION	QTY.
1	E09655000	Plataforma inicial 1800x850 con Tramex	1
2	E09650700	Conjunto escala 1960 sin protección	1
3	E09656200	Conjunto superior sin escalera	1
4	E09655100	Conjunto 2240 descansillo	1
5	E09656000	Modulo escala extensible	1
6	E09650800	Conjunto escala 2240 sin protección	1
7	E09652100	Conjunto inferior 2800 con protección	1
8	E09655101	Conjunto 2240 Empalme descansillo	1
9	E09656108	Altito 6 45° Plat=1200 Al=600	1

-	1	6063 T5							-			-	
Posición	Cant.	Material	Medidas en bruto						T. Térmico	Recubrimiento		Peso [Kg]	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Valores numéricos para medidas de longitud						Medidas angulares (lado corto)		MEDIDAS ENTRE CENTROS		
		<input checked="" type="checkbox"/>	0.5	3	6	30	120	315	10	50	120	AGUIJEROS DE PASADORES ±0.02	
		<input checked="" type="checkbox"/>	hasta 3	6	30	120	315	1000	10	50	120	AGUIJEROS DE TORNILLOS ±0.2	
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	±0.1	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1°	±30°	±20°	±10°	Suavizar aristas
MEDIDAS SIN TOLERANCIAS DIN7168 EN GRADO MEDIO			Fecha			Nombre							
Dibujado													
Comprobado													
Escala 1:60									Ref. plano 3_LA PAU				

Moure trapa d'accés

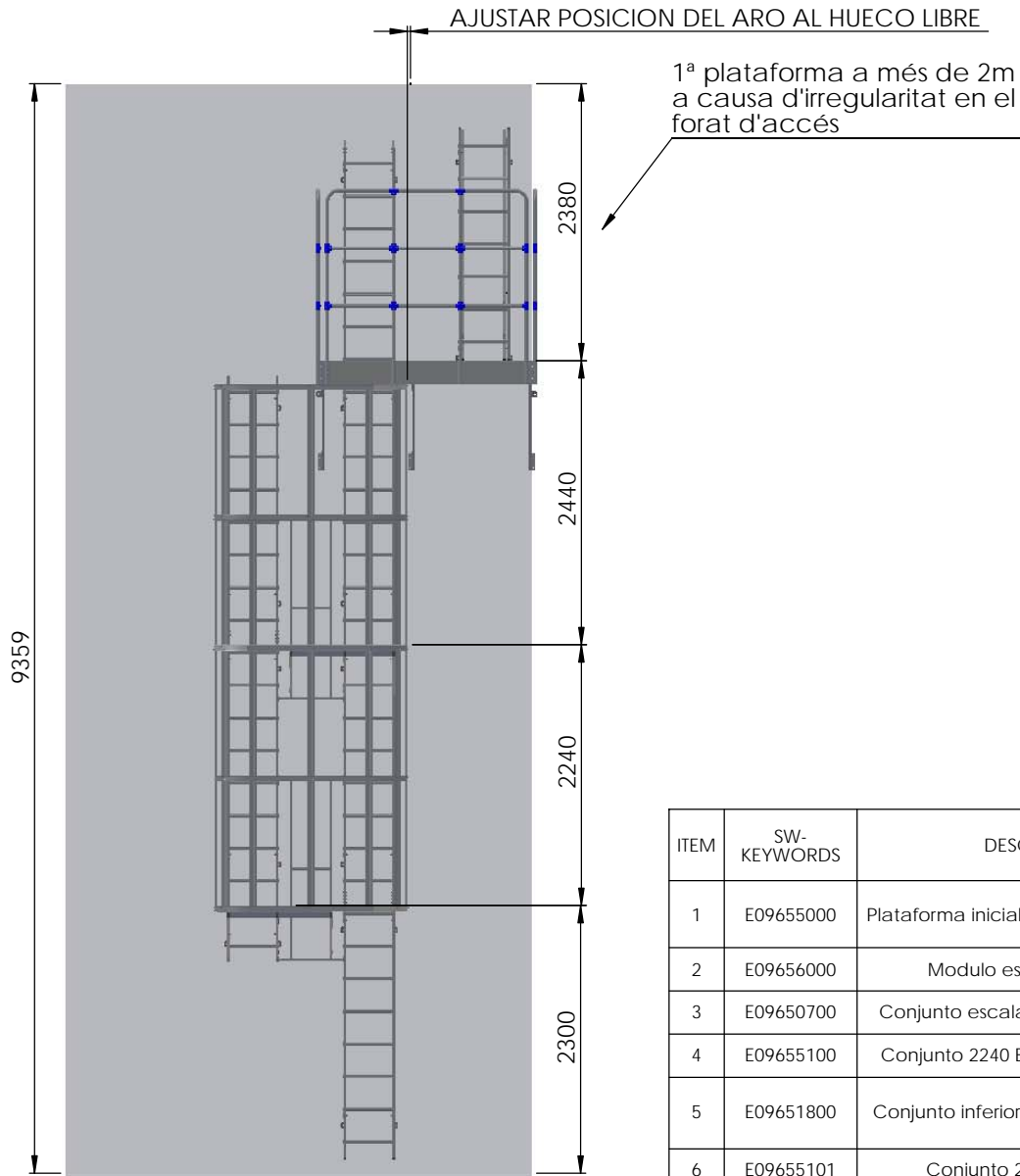
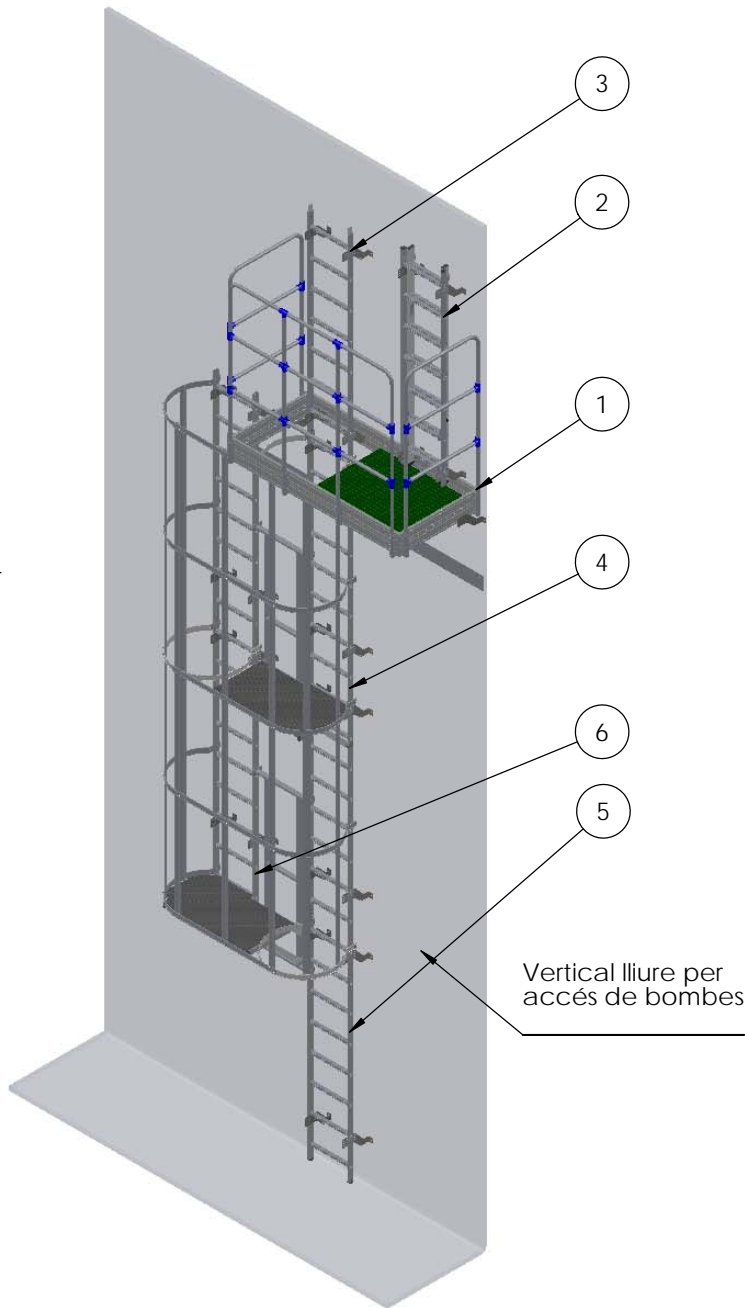


1ª plataforma a menys de 2m a causa d'irregularitat en el pou

NOTES:
(*) Ajustar altura de escales i barres protectores de ítem 6 (recortar)
(**) Recortar ítem 1 en 4 punts, per facilitar sortida

ITEM	SW-KEYWORDS	DESCRIPTION	QTY.
1	E09655100	Conjunto 2240 descansillo	1
2	E09656200	Conjunto superior sin escalera	2
3	E09652700	Conjunto 1960 con protección 600	1
4	E09650300	Conjunto escala 840 sin protección	1
5	E09656000	Modulo escala extensible	1
6	E09655101	Conjunto descansillo empalme	1
7	E09655300	Plataforma corta	1
8	E09650600	Conjunto escala 1680 sin protección	1

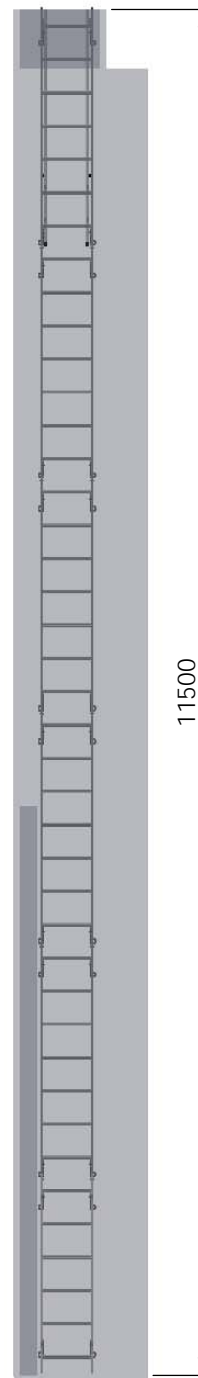
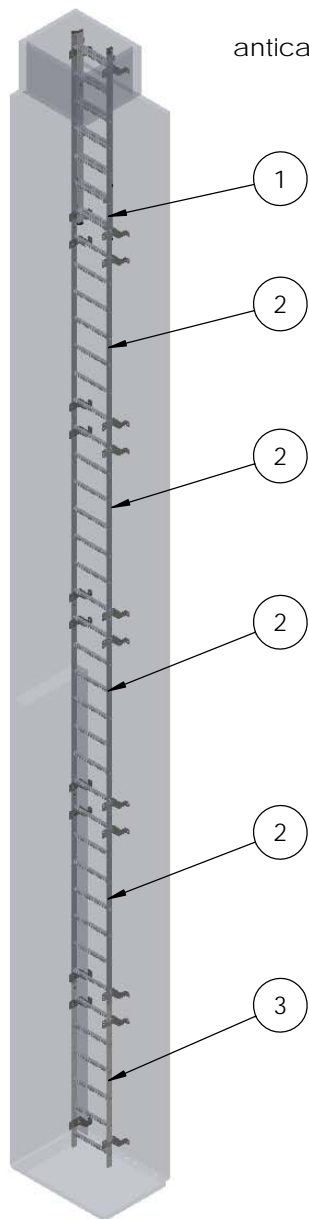
-	1	6063 T5				-				-				
Posición	Cant.	Material	Medidas en bruto					T. Térmico		Recubrimiento		Peso (Kg)		
<div><div></div><div></div></div>		<div><div></div><div></div></div>	Valores numéricos para medidas de longitud					Medidas angulares (lado corto)		MEDIDAS ENTRE CENTROS				
		<div><div>Medidas Angulares</div><div></div></div>	0,5	3	6	30	120	315		10	50	120	AGUJEROS DE TORNILLOS Ø12	AGUJEROS DE PASADIZOS Ø10
		<div><div></div><div></div></div>	3	6	30	120	315	1000	10	50	120			
		<div><div></div><div></div></div>	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1°	±30°	±20°	±10°	Suavizar aristas	
MEDIDAS SIN TOLERANCIAS DIN7168 EN GRADO MEDIO			Fecha		Nombre									
			Dibujado											
			Comprobado											
Escala											Ref. plano			
1:50											5_MARESM			



ITEM	SW-KEYWORDS	DESCRIPTION										QTY.
1	E09655000	Plataforma inicial 1800x850 con Tramex										1
2	E09656000	Modulo escala extensible										1
3	E09650700	Conjunto escala 1960 sin protección										1
4	E09655100	Conjunto 2240 Empalme descansillo										1
5	E09651800	Conjunto inferior 2240 con protección										1
6	E09655101	Conjunto 2240 descansillo										1

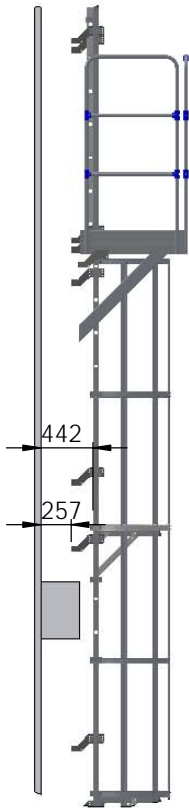
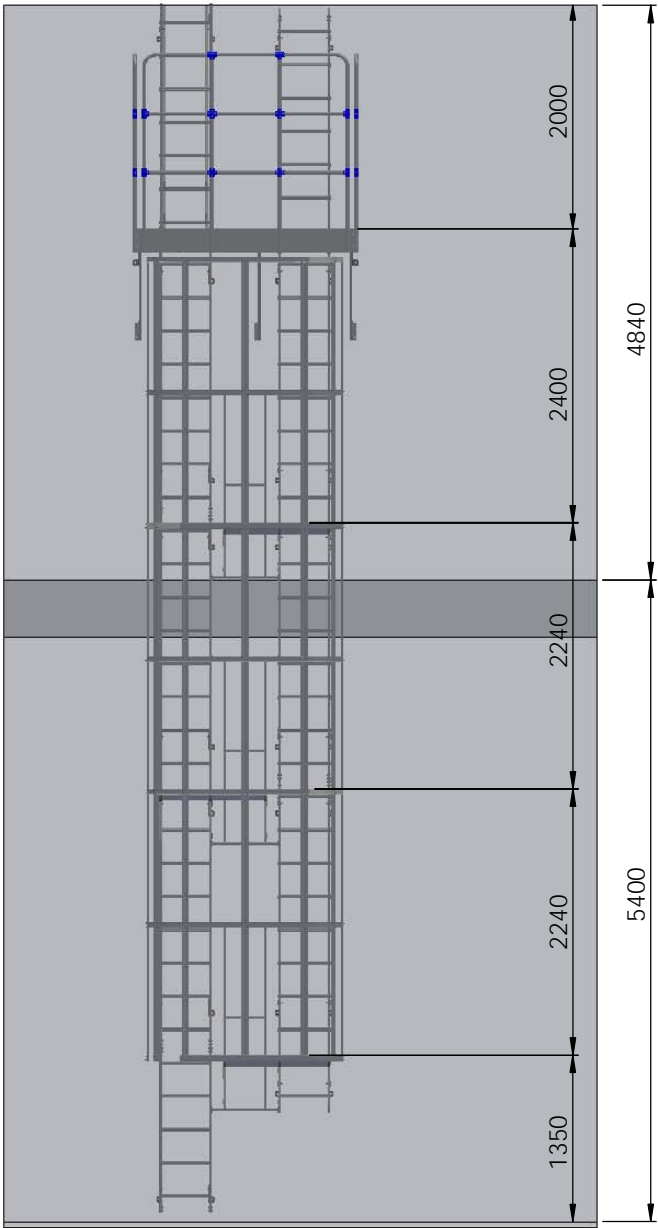
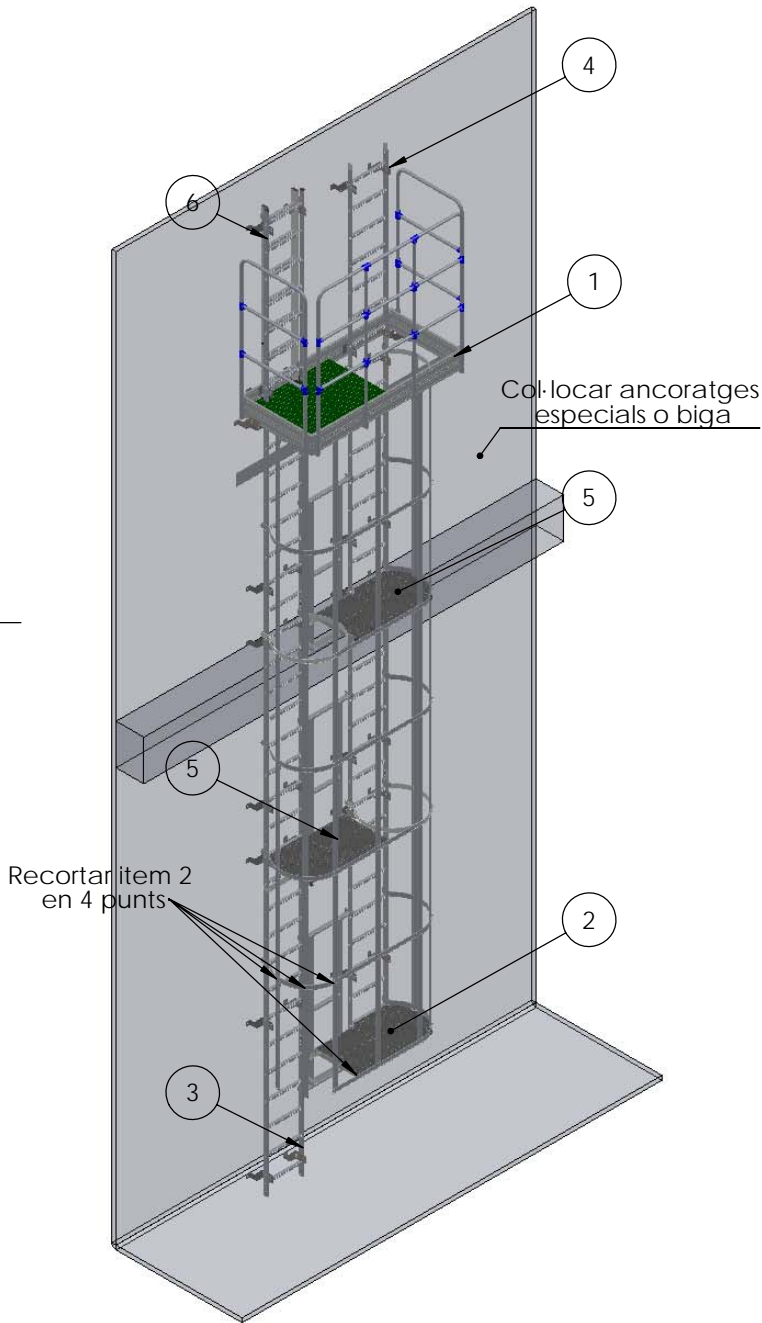
-	1	Damero 3/5						-				-	
Posición	Cant.	Material	Medidas en bruto						T. Térmico		Recubrimiento	Peso (Kg)	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Valores numéricos para medidas de longitud						Medidas angulares (lado corto)		MEDIDAS ENTRE CENTROS		
			0,5	3	6	30	120	315	1000	10	50	120	AGUJEROS DE TORNILLOS #2
<input checked="" type="checkbox"/>		±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1"	±30	±20	±10'	Suavizar aristas	
MEDIDAS SIN TOLERANCIAS DIN7168 EN GRADO MEDIO		Dibujado		Fecha		Nombre							
Comprobado													
Escala 1:100		Ref. plano 6_MARESME											

Obligatori ús de sistema de retenció anticaiguda adequat (trípode amb anticaiguda retràctil)



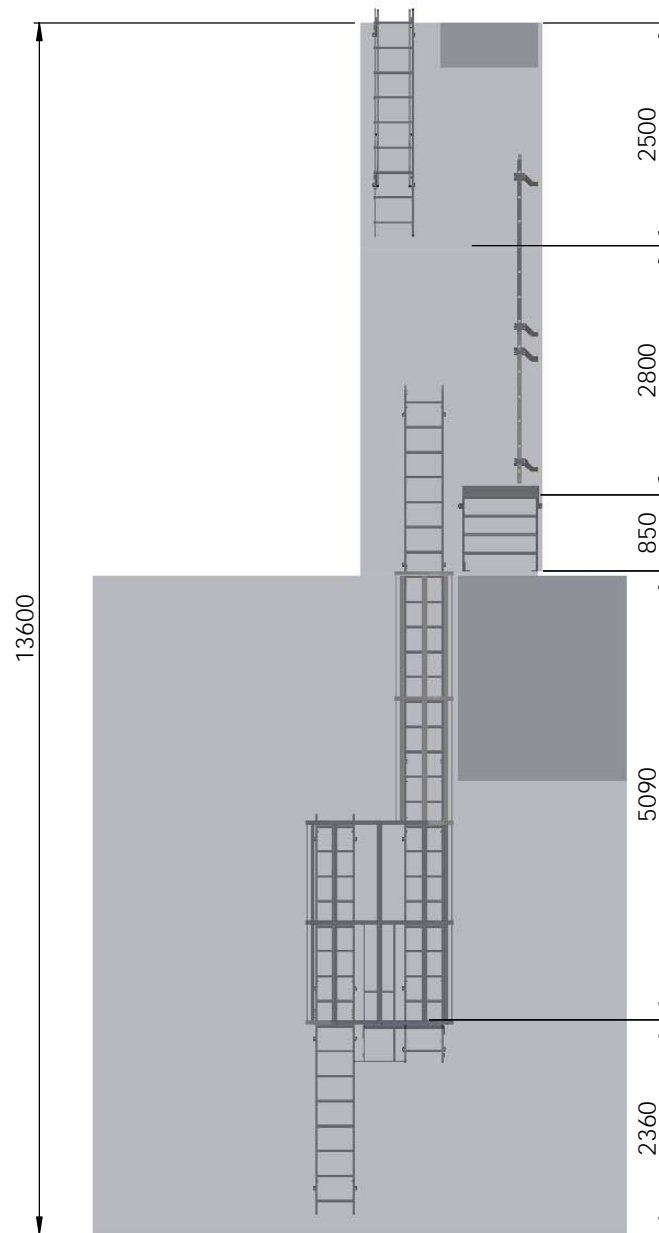
Distància superior a 2,5m a causa de falta d'espai per col·locar plataformes

ITEM	SW-KEYWORDS	DESCRIPTION										QTY.
1	E09656000	Modulo escala extensible										1
2	E09650700	Conjunto escala 1960 sin protección										4
3	E09650600	Conjunto escala 1680 sin protección										1
-	1	6063 T5					-					-
Posición	Cant.	Material	Medidas en bruto					T. Térmico		Recubrimiento	Peso [Kg]	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Medidas numéricas para medidas de longitud					Medidas angulares (bdo corto)		MEDIDAS ENTRE CENTROS		
		<input checked="" type="checkbox"/>	Valores numéricos para medidas de longitud					10 50 120		VALORES DE PASADORES ±0.02		
		<input checked="" type="checkbox"/>	Medidas angulares (bdo corto)					10 50 120		VALORES DE PASADORES ±0.02		
		<input checked="" type="checkbox"/>	Medidas entre centros					±1° ±30' ±20' ±10'		Suavizar aristas		
MEDIDAS SIN TOLERANCIAS DIN1768 EN GRADO MEDIO			Fecha		Nombre							
Dibujado												
Comprobado												
Escala 1:45										Ref. plano 7_VIRREI AMAT		



ITEM	SW-KEYWORDS	DESCRIPTION										QTY.
1	E09655000	Plataforma inicial 1800x850 con Tramex										1
2	E09655100	Conjunto 2240 descansillo										1
3	E09650500	Conjunto escala 1400 sin protección										1
4	E09650700	Conjunto escala 1960 sin protección										1
5	E09655101	Conjunto 2240 Empalme descansillo										2
6	E09656000	Modulo escala extensible										1

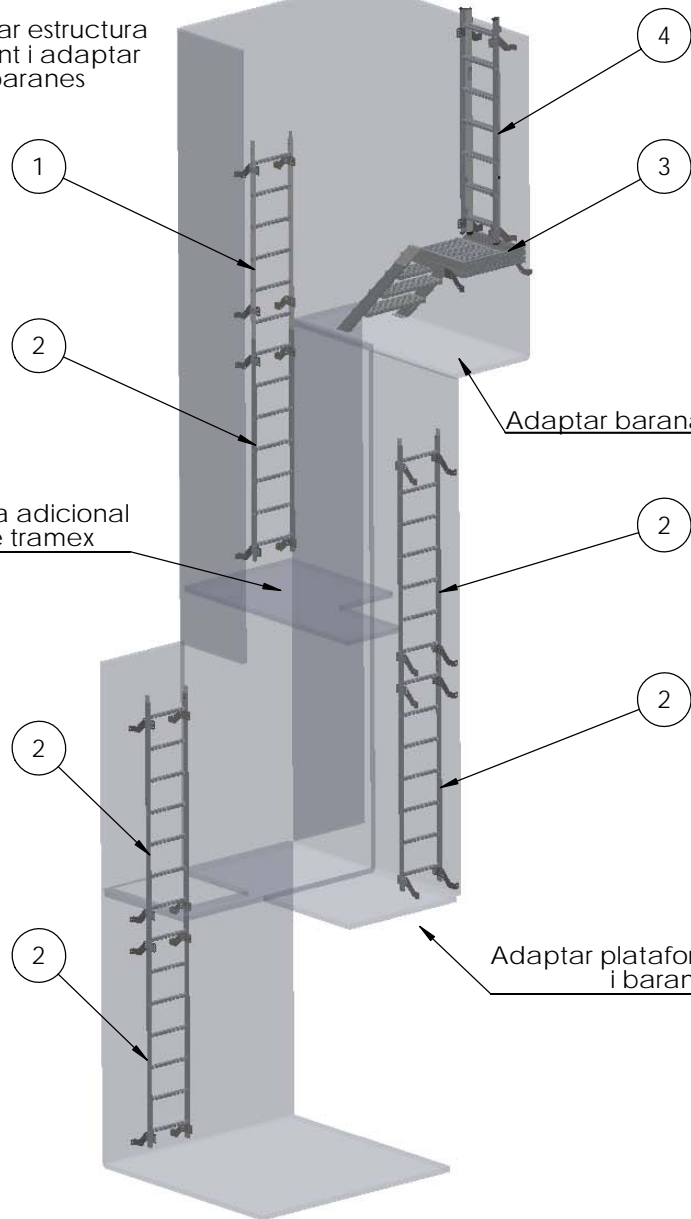
-	1	Damero 3/5					-				-		
Posición	Cant.	Material	Medidas en bruto					T. Térmico	Recubrimiento			Peso [Kg]	
			Valores numéricos para medidas de longitud					Medidas angulares (lado corto)			MEDIDAS ENTRE CENTROS		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Med. br.	0,5	3	6	30	120	315					
		Med. net.	3	6	30	120	315	1000	10	50	120	AGUJEROS DE PASADORES Ø10	AGUJEROS DE PASADORES Ø10
	<input type="checkbox"/>	Toler.	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1°	±30°	±20°	±10°	Suavizar aristas
MEDIDAS SIN TOLERANCIAS DIN7168 EN GRADO MEDIO		Fecha					Nombre						
		Dibujado											
		Comprobado											
Escala 1:45												Ref. plano 8_SANT MARTI	



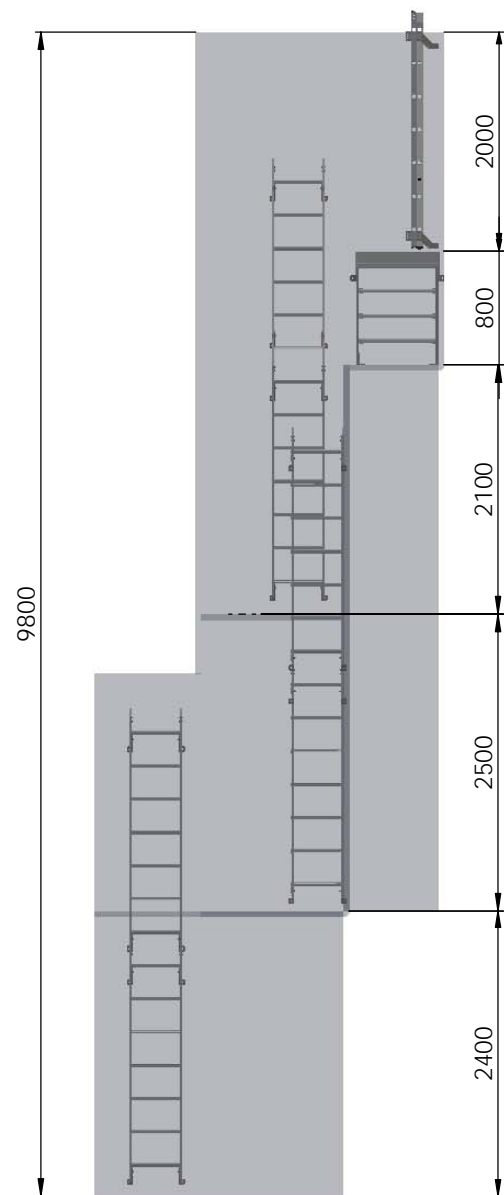
Distància superior a 2,5m
degut a falta d'espai

-	1	6063 T5							-					-						
Posición	Cant.	Material	Medidas en bruto						T. Térmico				Recubrimiento		Peso [Kg]					
<div><div></div></div>	<div><div></div></div>	<div><div></div></div>	Valores numéricos para medidas de longitud						Medidas angulares (lado corto)				MEDIDAS ENTRE CENTROS							
			0,5		6		30		120		315		10		10		120		120	
			3		6		30		120		315		1000		±1°		±30°		±20°	
			Max. del	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8					AGUJEROS DE PASADIZO ±0,2				AGUJEROS DE PASADIZO ±0,2		
MEDIDAS SIN TOLERANCIAS DIN7168 EN GRADO MEDIO			Fecha						Nombre						Suavizar aristas					
			Dibujado																	
			Comprobado																	
Escala														Ref. plano						
1:60														9_MARINA						

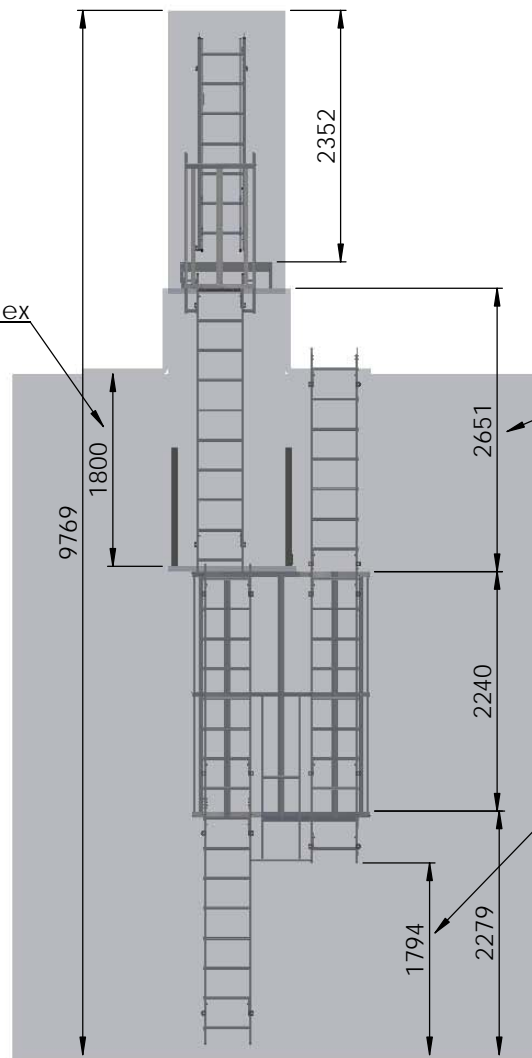
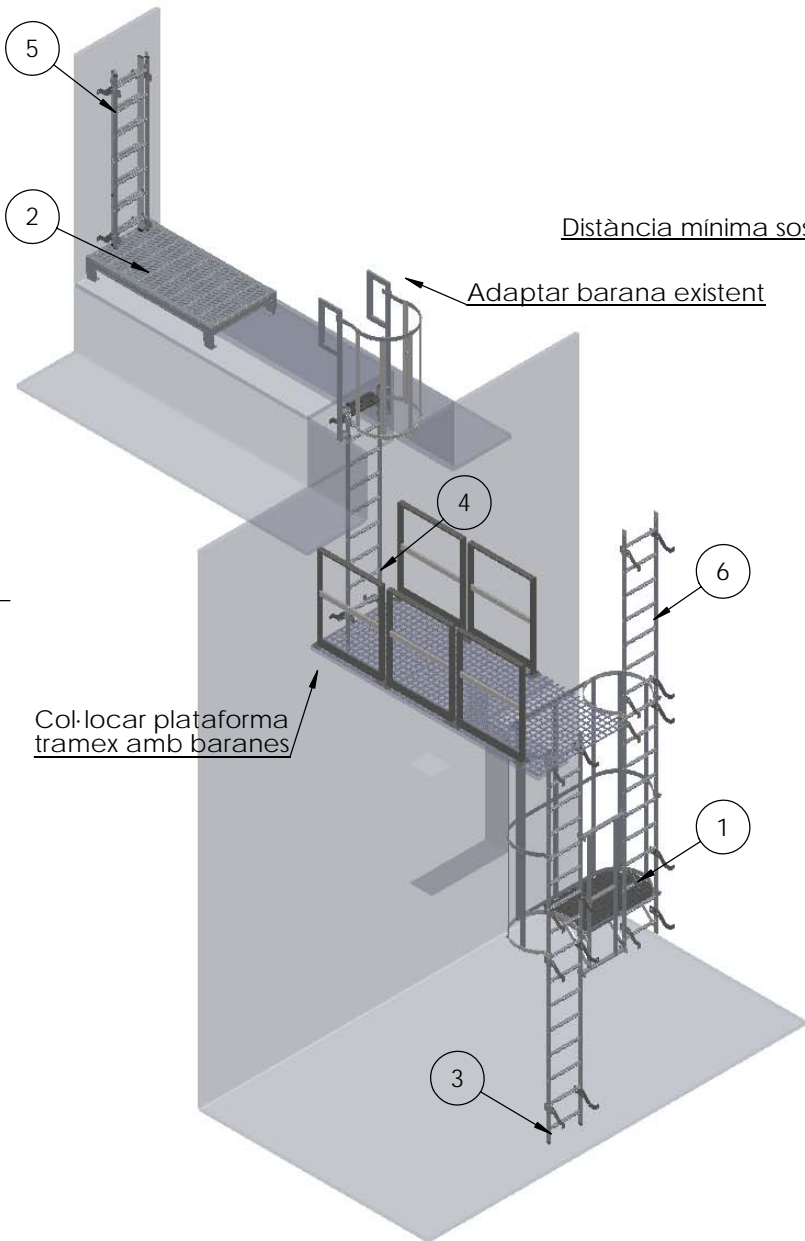
Aprofitar estructura
existent i adaptar
baranes



Adaptar plataforma existent
i baranes



ITEM	SW-KEYWORDS	DESCRIPTION										QTY.			
1	E09650600	Conjunto escala 1680 sin protección										1			
2	E09650700	Conjunto escala 1960 sin protección										5			
3	1020504087	Altílo 4 45° Plat=800 Al=645										1			
4	E09656000	Modulo escala extensible										1			
-	1	6063 T5					-					-			
Posición	Cant	Material	Medidas en bruto					T. Térmico					Recubrimiento	Peso [Kg]	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Valores numéricos para medidas de longitud					Medidas angulares (lado corto)					MEDIDAS ENTRE CENTROS		
		<input checked="" type="checkbox"/>	0,5	3	6	30	120	315	1000	10	50	120	ACABADOS DE CORRIELOS ±0,2		EQUILIBRIO DE PASADORES ±0,02
		<input checked="" type="checkbox"/>	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1*	±30*	±20*	±10*	Suavizar aristas		
MEDIDAS SIN TOLERANCIAS DIN7168 EN GRADO MEDIO		<input type="checkbox"/>	Fecha					Nombre							
		<input type="checkbox"/>	Dibujado												
		<input type="checkbox"/>	Comprobado												
Escala 1:45													Ref. plano 10_BELLVITGE		



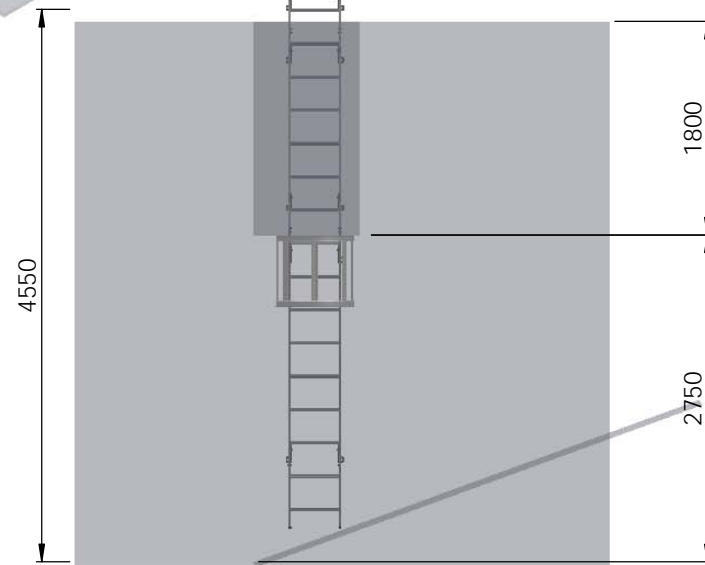
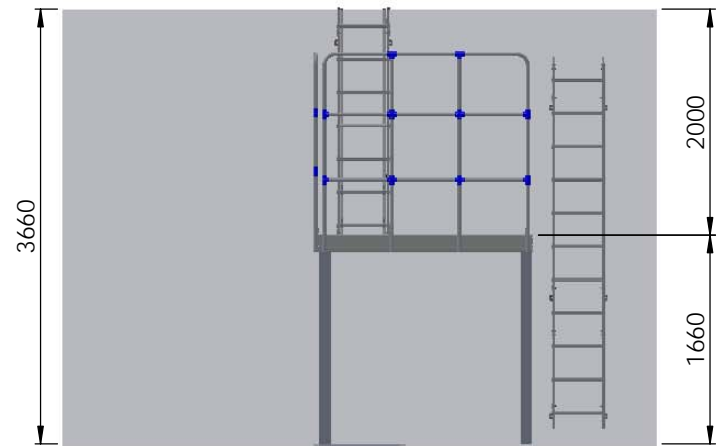
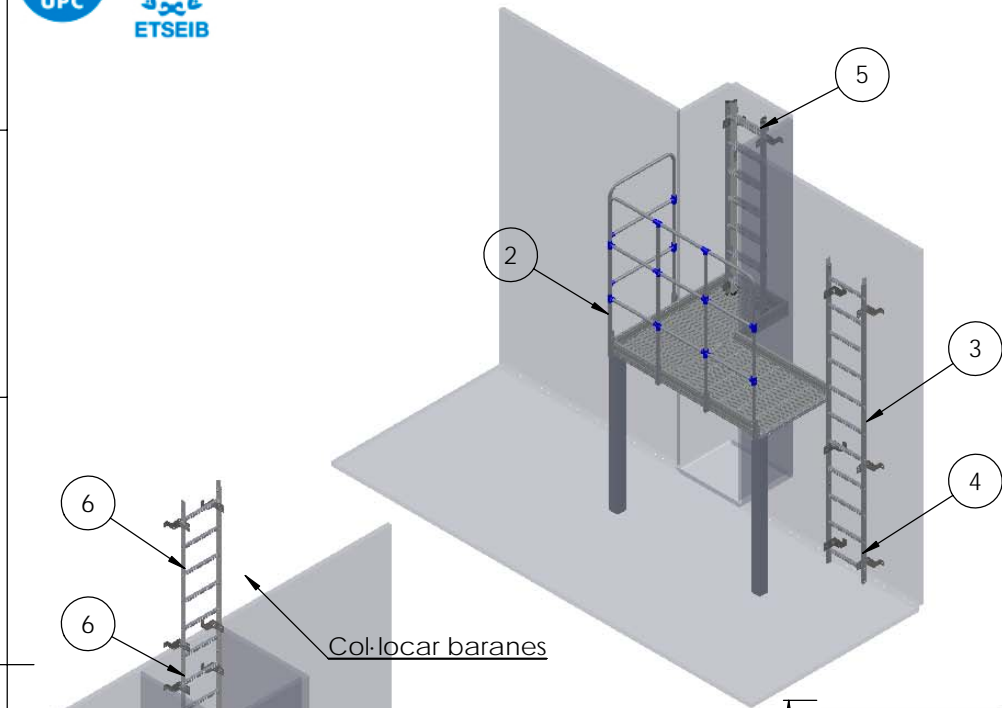
La cota de 1800 és fixa (distància mínima per tal de no topar amb el sostre). Cota de 1794 ajustable a espai disponible entre obstacle-plataforma.

Distància superior a 2,5m a causa d'irregularitat en el pou (sostre a 2m)

Comprovar viabilitat de la cota evitant obstacle. En altre cas, col·locar biga de suport per sota de la plataforma i recortar part inferior de la plataforma guanyant espai

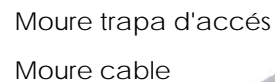
ITEM	SW-KEYWORDS	DESCRIPTION	QTY.
1	E09655100	Conjunto 2240 descansillo	1
2	E09656500	Altillo 1650x850	1
3	E09651800	Conjunto inferior 2240 con protección	1
4	E09656600	Conjunto superior con escala 2800	1
5	E09656000	Modulo escala extensible	1
6	E09650700	Conjunto escala 1960 sin protección	1

-	1	6063 15	-	-	-	
Posición	Cant.	Material	Medidas en bruto	T. Térmico	Recubrimiento	Peso [Kg]
<div><div></div><div></div></div>		<div><div></div><div></div></div>	Valores numéricos para medidas de longitud	Medidas angulares (lado corto)	MEDIDAS ENTRE CENTROS	
			3 6 30 120 315 1000	10 50 120	AGUJEROS DE TORNILLOS Ø12	AGUJEROS DE PASADIZOS Ø102
			±0,1 ±0,1 ±0,2 ±0,3 ±0,5 ±0,8	±1° ±30° ±20° ±10°	Suavizar aristas	
MEDIDAS SIN TOLERANCIAS DIN7168 EN GRADO MEDIO			Fecha	Nombre		
Dibujado						
Comprobado						
Escala 1:50				Ref. plano 11_HOSPITAL DE BELLVITGE		

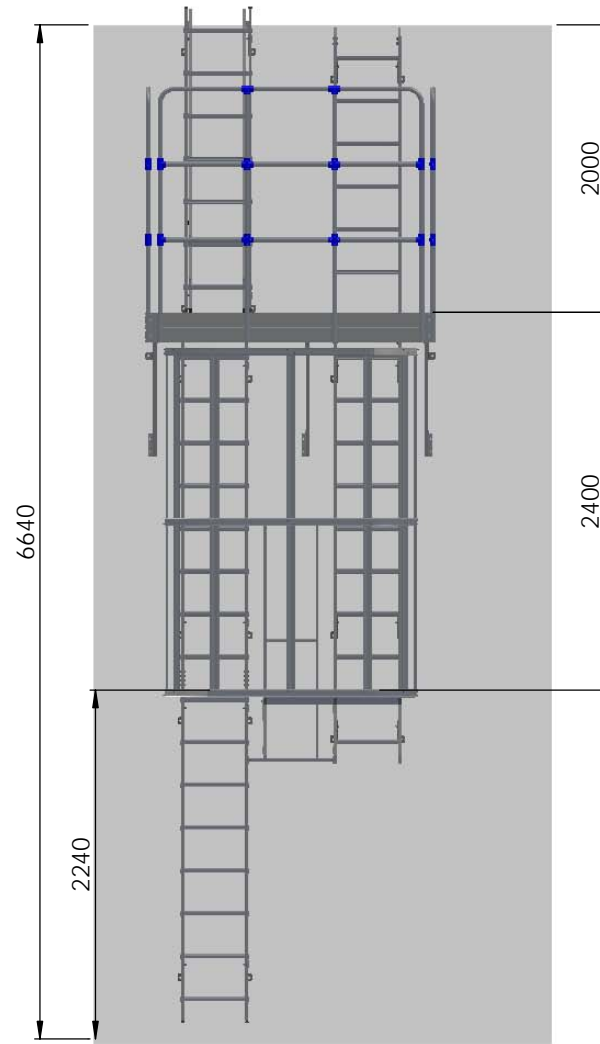
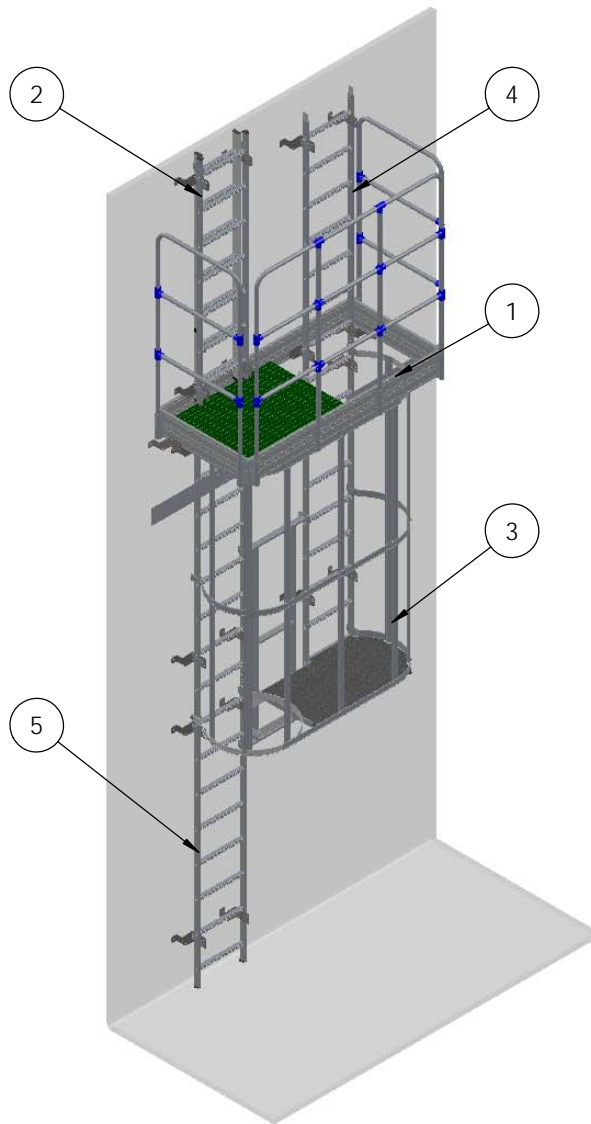


ITEM	SW-KEYWORDS	DESCRIPTION										QTY.
1	E09652700	Conjunto 1960 con protección 600										1
2	E09655200	Plataforma especial										1
3	E09650800	Conjunto escala 2240 sin protección										1
4	E09650300	Conjunto escala 840 sin protección										1
5	E09656000	Modulo escala extensible										1
6	E09650600	Conjunto escala 1680 sin protección										2
7	E09650200	Conjunto escala 560 sin protección										1

-	1	6063 T5					-					-						
Posicion	Cant.	Material	Medidas en bruto					T. Térmico					Recubrimiento					Peso [Kg]
<div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>		<div><div></div><div></div></div>	Valores numéricos para medidas de longitud					Medidas angulares (lado corto)					MEDIDAS ENTRE CENTROS					
		Más de 3	0,5	3	6	30	120	315	1000	10	50	120	AGUJEROS DE PASADIZOS Ø12					AGUJEROS DE PASADIZOS Ø102
		Menos 3	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1°	±30°	±20°	±10°	Suavizar aristas					
			<div><div></div><div></div></div>															
MEDIDAS SIN TOLERANCIAS DIN7168 EN GRADO MEDIO		Dibujado		Fecha		Nombre												
		Comprobado																
Escala 1:45												Ref. plano 13_MARAGALL						

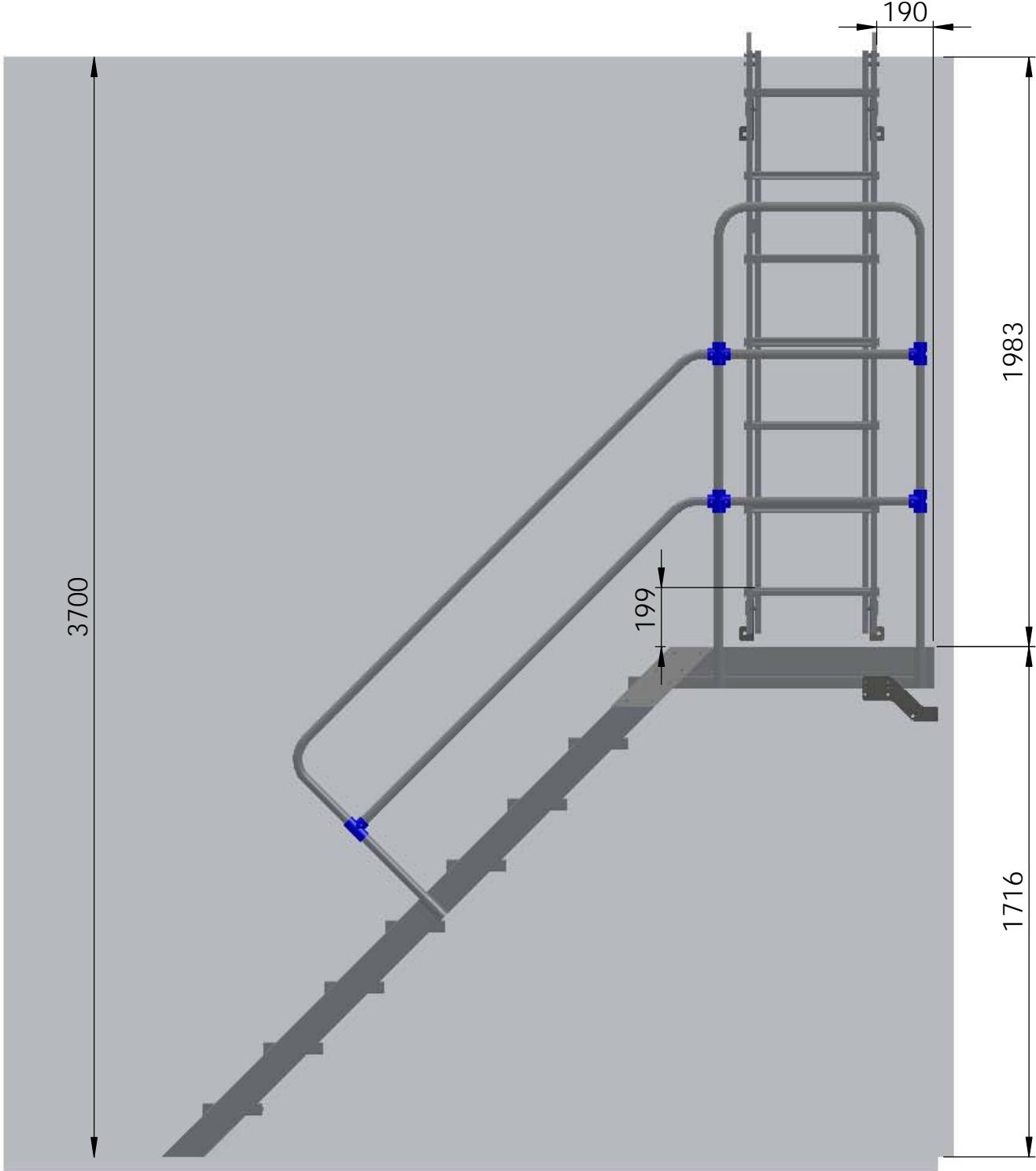
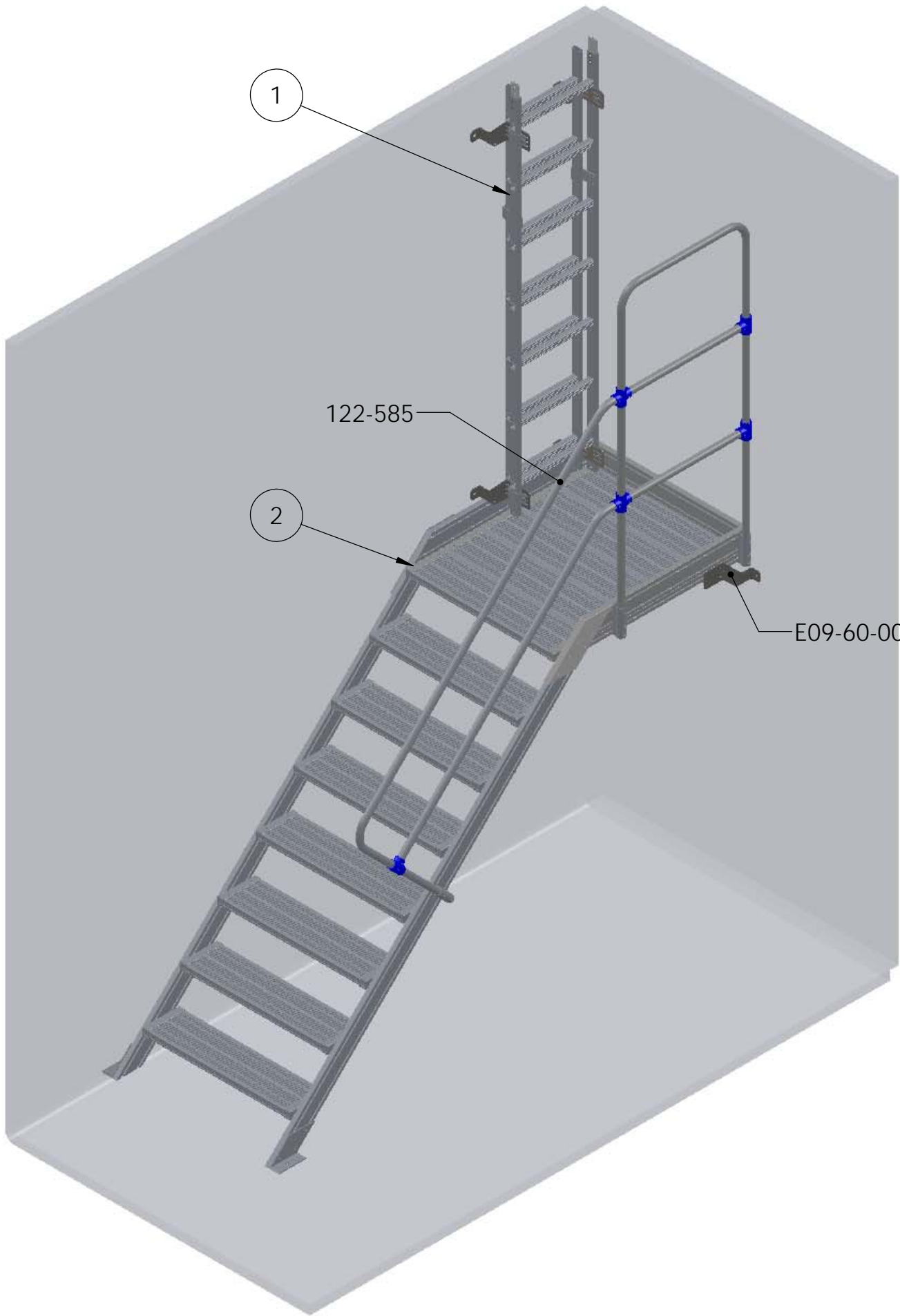
F

Moure trapa d'accés

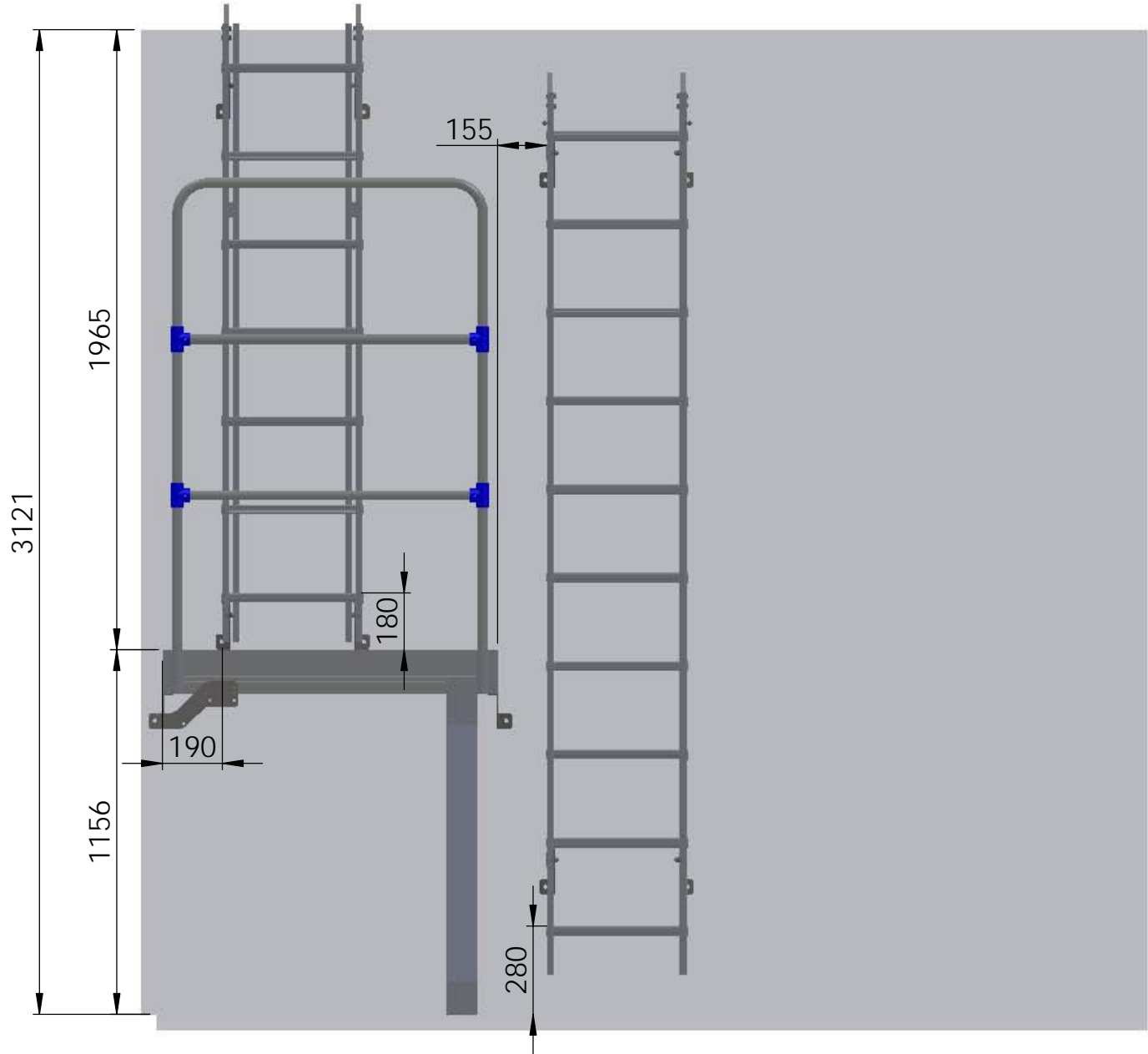
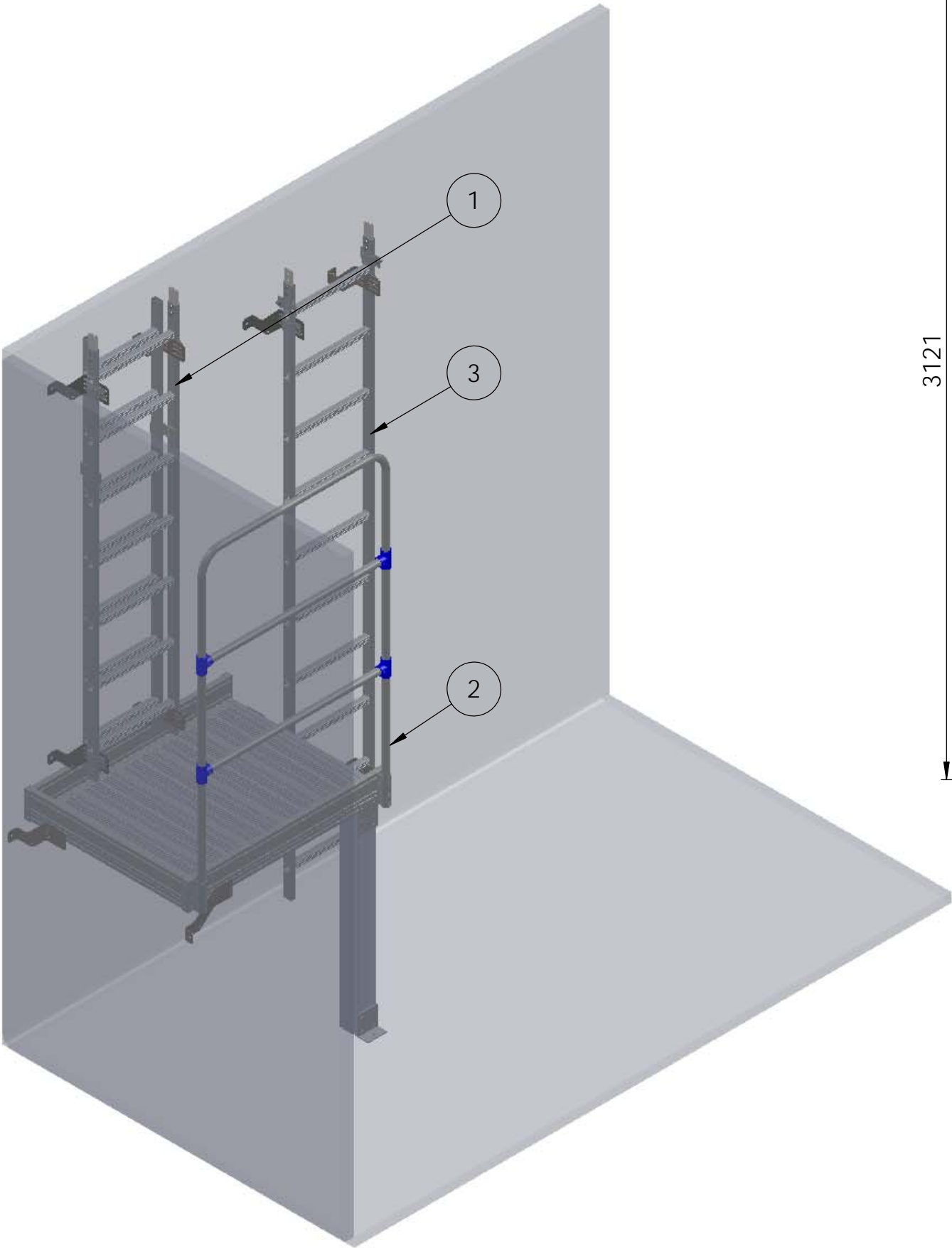


ITEM	SW-KEYWORDS	DESCRIPTION										QTY.
1	E09655000	Plataforma inicial 1800x850 con Tramex										1
2	E09656000	Modulo escala extensible										1
3	E09655100	Conjunto 2240 descansillo										1
4	E09650700	Conjunto escala 1960 sin protección										1
5	E09651800	Conjunto inferior 2240 con protección										1

-	1	6063 15						-				-	
Posicion	Cant	Material	Medidas en bruto						T. Térmico	Recubrimiento	Peso [Kg]		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Valores numéricos para medidas de longitud						Medidas angulares (lado corto)		MEDIDAS ENTRE CENTROS		
		<input checked="" type="checkbox"/>	0.5	3	6	30	120	315	10	50	120	AGUJEROS DE TORNEILLOS ±0.2	AGUJEROS DE PASADORES ±0.02
		<input checked="" type="checkbox"/>	3	6	30	120	315	1000	10	50	120		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	±0.1	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1°	±30'	±20'	±10'	Suavizar aristas
MEDIDAS SIN TOLERANCIAS DIN7169 EN GRADO MEDIO			Fecha		Nombre								
			Dibujado										
			Comprobado										
Escala										Ref. plano			
1:35										15_TRINITAT NOVA			



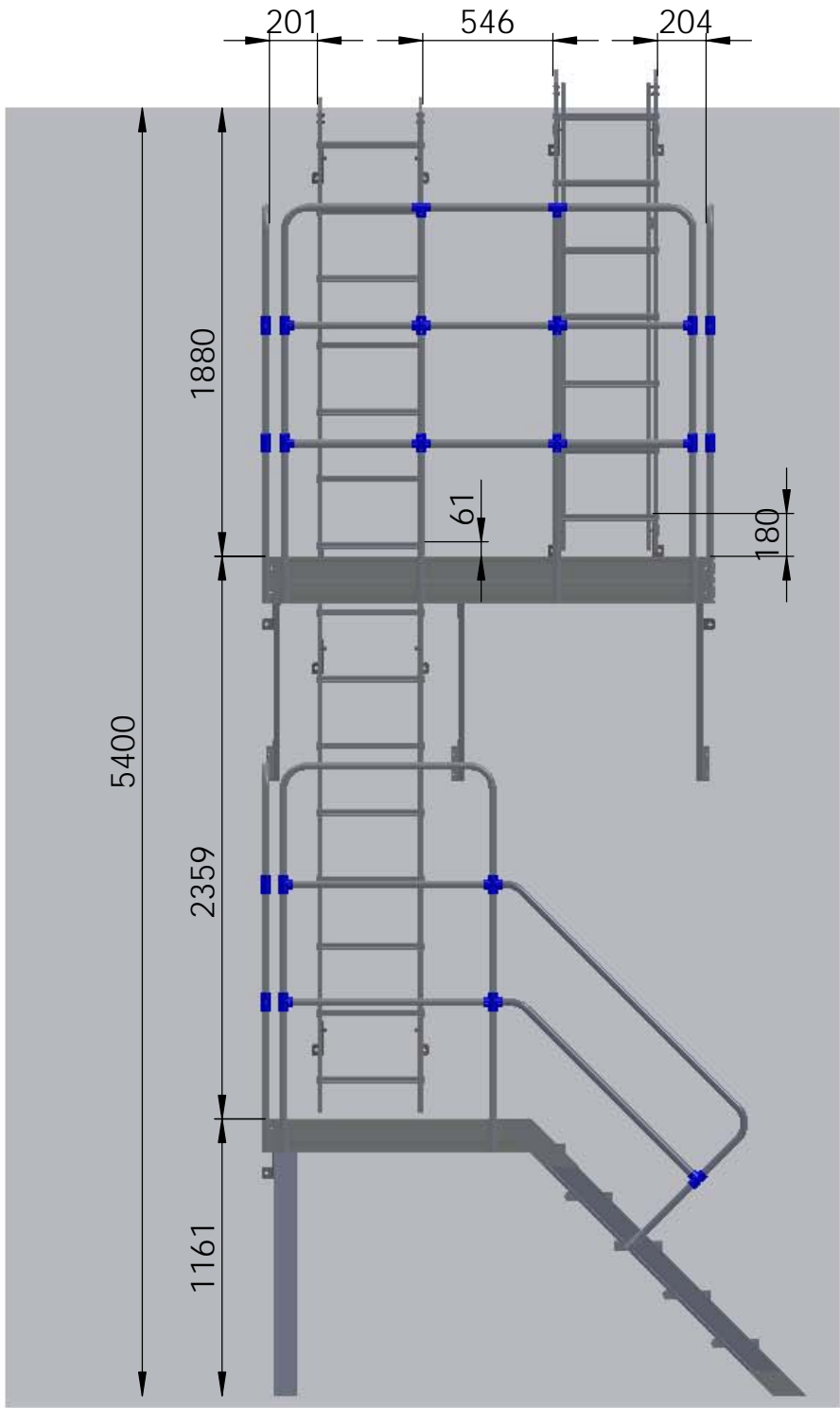
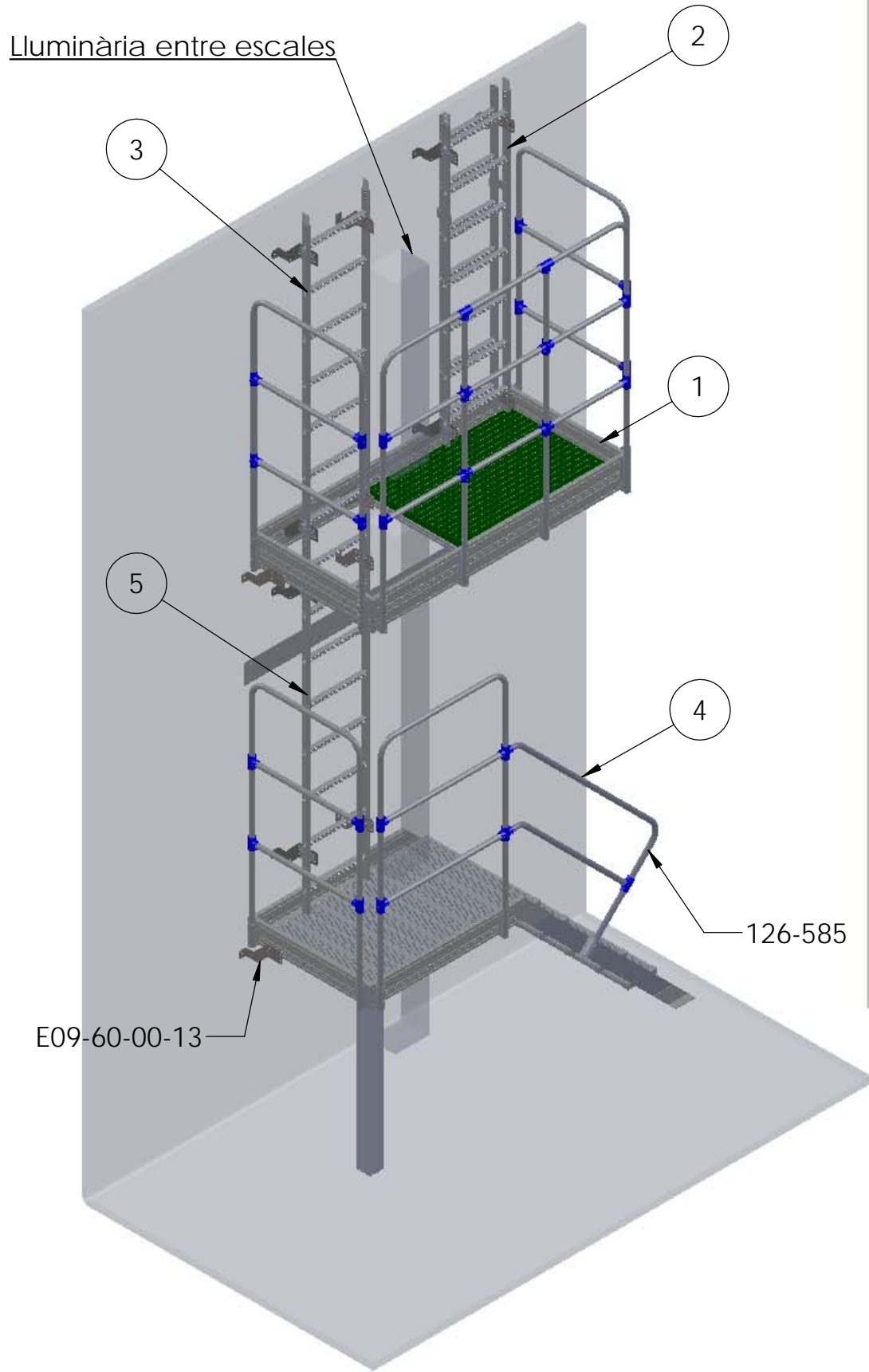
ITEM		SW-Keywords		DESCRIPTION										QTY.			
1		E09656000		Modulo escala extensible										1			
2		E09658108		Altillo 8 45° Plat=1000 AI=800										1			
-		1	6063 T5							-				-			
Posición		Cant.	Material		Medidas en bruto					T. Térmico			Recubrimiento		Peso [Kg]		
<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		Valores numéricos para medidas de longitud					Medidas angulares (lado corto)				MEDIDAS ENTRE CENTROS				
<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		Más de	0,5	3	6	30	120	315	10		10	50	120	AGUJEROS DE TORNILLOS ±0,2	AGUJEROS DE PASADORES ±0,02
<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		hasta	3	6	30	120	315	1000	10		50	120			
<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1°	±30'	±20'	±10'	Suavizar aristas			
MEDIDAS SIN TOLERANCIAS DIN7168 EN GRADO MEDIO				Fecha			Nombre										
				Dibujado													
				Comprobado													
Escala														Ref. plano			
1:20														16_VALLCARCA_1			



ITEM		SW-Keywords		DESCRIPTION				QTY.					
1		E09656000		Modulo escala extensible				1					
2		E09655400		Plat=1000 AI=800				1					
3		E09651000		Conjunto escala 2800 sin protección				1					
-	1	6063 T5				-		-					
Posición	Cant.	Material	Medidas en bruto			T. Térmico		Recubrimiento	Peso [Kg]				
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Valores numéricos para medidas de longitud				Medidas angulares (lado corto)		MEDIDAS ENTRE CENTROS				
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,5	3	6	30	120	315	10	50	120	AGUJEROS DE TORNILLOS ±0,2	AGUJEROS DE PASADORES ±0,02
		Más de hasta	3	6	30	120	315	1000	10	50	120		
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1º	±30'	±20'	±10'	Suavizar aristas
MEDIDAS SIN TOLERANCIAS DIN7168 EN GRADO MEDIO			Fecha		Nombre								
			Dibujado										
			Comprobado										
Escala 1:20										Ref. plano 16_VALLCARCA_2			

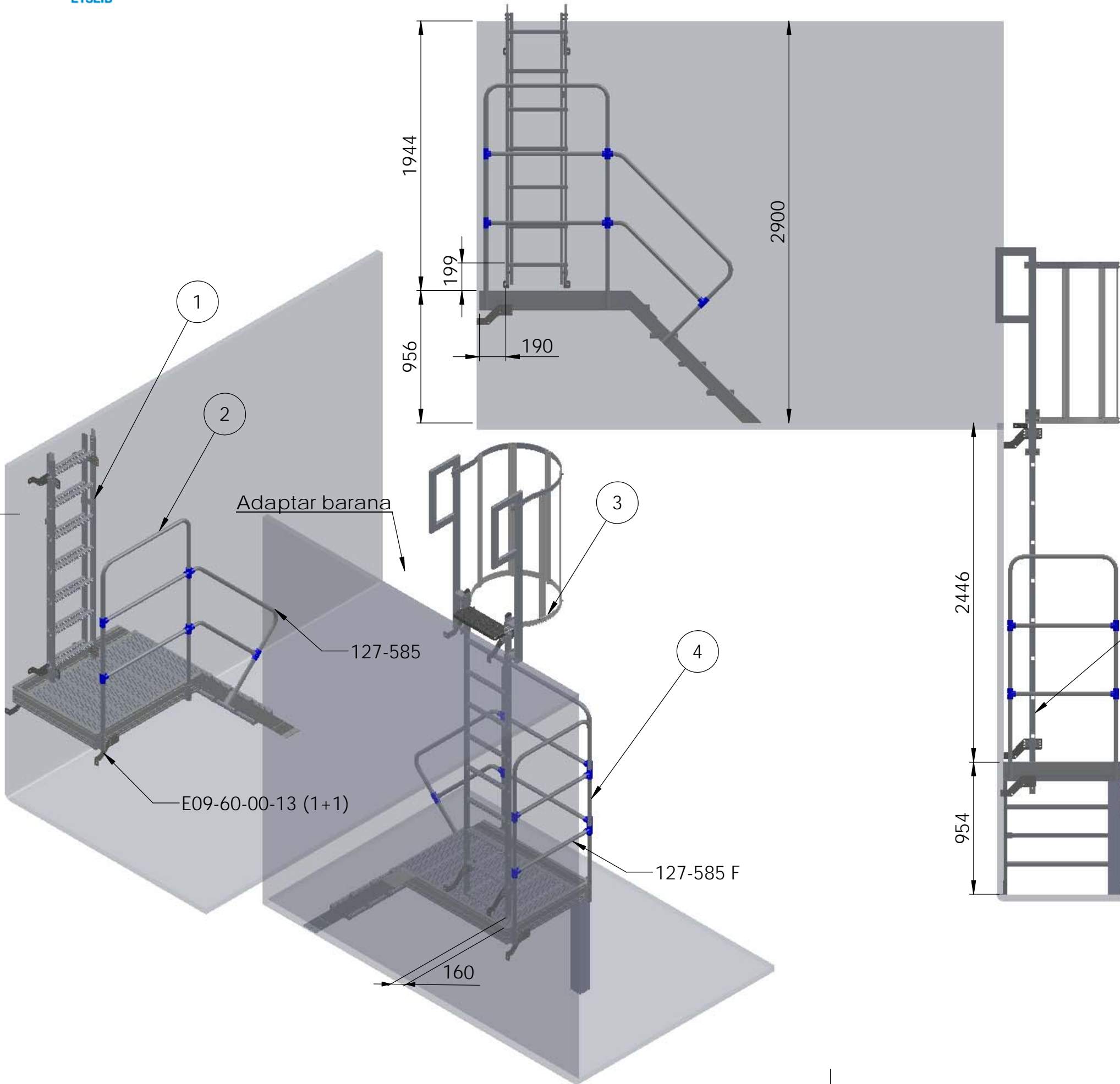


Lluminària entre escales



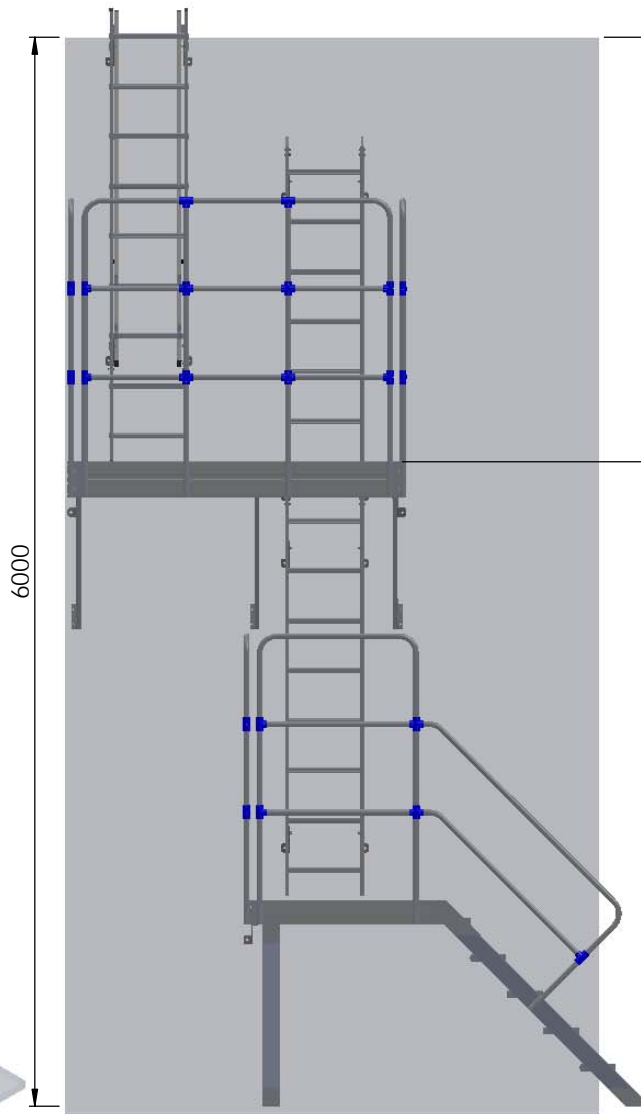
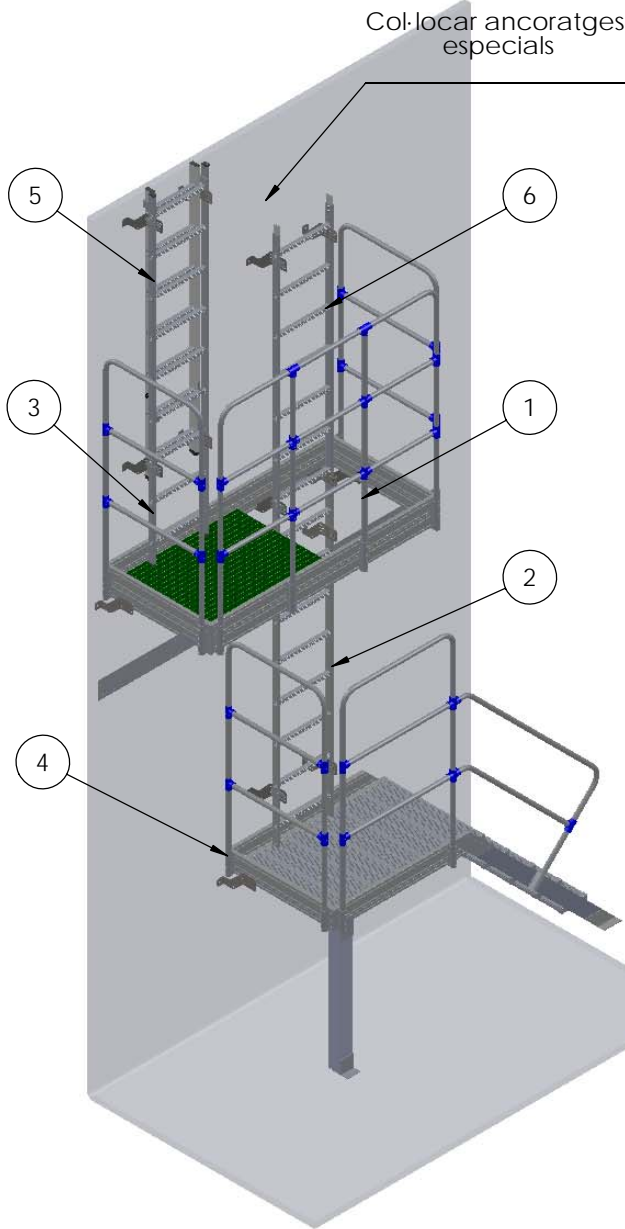
ITEM		SW-KEYWORDS		DESCRIPTION								QTY.	
1		E09655000		Plataforma inicial 1800x850 con Tramex								1	
2		E09656000		Modulo escala extensible								1	
3		E09650700		Conjunto escala 1960 sin protección								1	
4		E09655128		Altillo 5 45° Plat=1200 Al=800								1	
5		E09650800		Conjunto escala 2240 sin protección								1	

-	1	6063 T5					-				-							
Posición		Cant.		Material		Medidas en bruto					T. Térmico			Recubrimiento		Peso [Kg]		
<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		Valores numéricos para medidas de longitud					Medidas angulares (lado corto)				MEDIDAS ENTRE CENTROS			
				<input type="checkbox"/>		Más de	0,5	3	6	30	120	315	10	10	50	120	AGUJEROS DE TORNILLOS ±0,2	AGUJEROS DE PASADORES ±0,02
				<input type="checkbox"/>		hasta	3	6	30	120	315	1000	10	50	120	120		
				<input type="checkbox"/>			±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1°	±30'	±20'	±10'	Suavizar aristas	
MEDIDAS SIN TOLERANCIAS DIN7168 EN GRADO MEDIO						Fecha		Nombre										
				Dibujado														
				Comprobado														
Escala				Ref. plano														
1:30																17_CATALUNYA		



ITEM	SW-Keywords	DESCRIPTION										QTY.
1	E09656000	Modulo escala extensible										1
2	E09654128	Altillo 4 45° Plat=1200 Al=800										1
3	E09656600	Conjunto superior con escala 2800										1
4	E09654128	Altillo 4 45° Plat=1200 Al=800										1

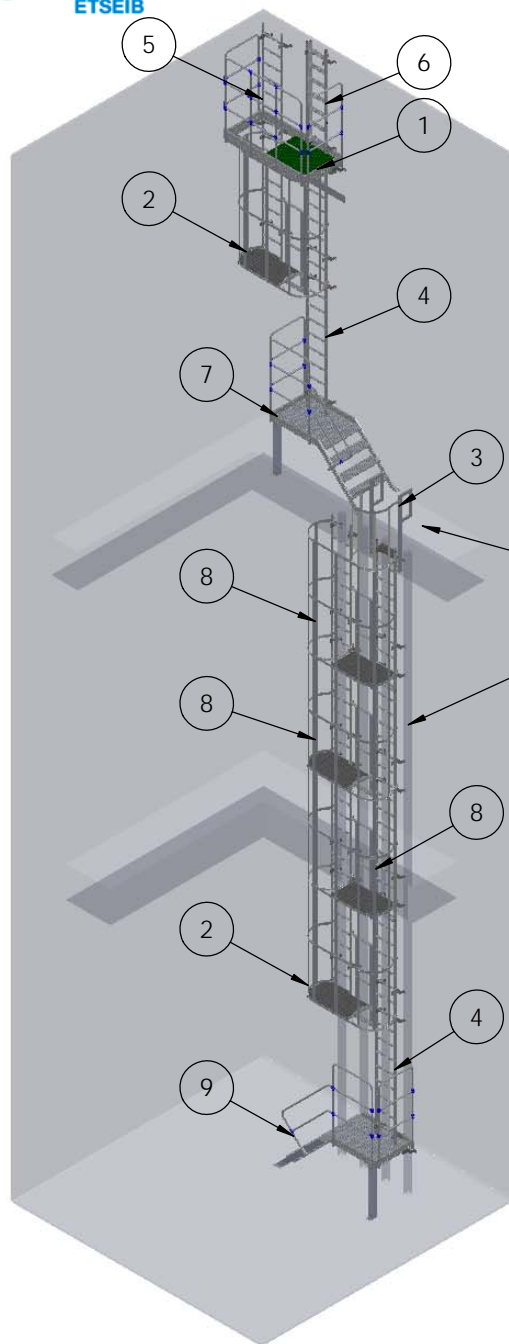
-	1	6063 T5						-				-				
Posición	Cant.	Material	Medidas en bruto					T. Térmico				Recubrimiento				Peso [Kg]
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Valores numéricos para medidas de longitud					Medidas angulares (lado corto)				MEDIDAS ENTRE CENTROS				
<input type="checkbox"/>		Más de	0,5	3	6	30	120	315		10	50	120	AGUJEROS DE TORNILLOS ±0.2		AGUJEROS DE PASADORES ±0.02	
		hasta	3	6	30	120	315	1000		10	50	120				
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1°	±30'	±20'	±10'	Suavizar aristas			
MEDIDAS SIN TOLERANCIAS DIN7168 EN GRADO MEDIO				Fecha		Nombre										
		Dibujado														
		Comprobado														
Escala 1:30												Ref. plano 18_PASSEIG DE GRAÇIA				



1ª plataforma a més de 2m a causa d'irregularitat a la paret del pou

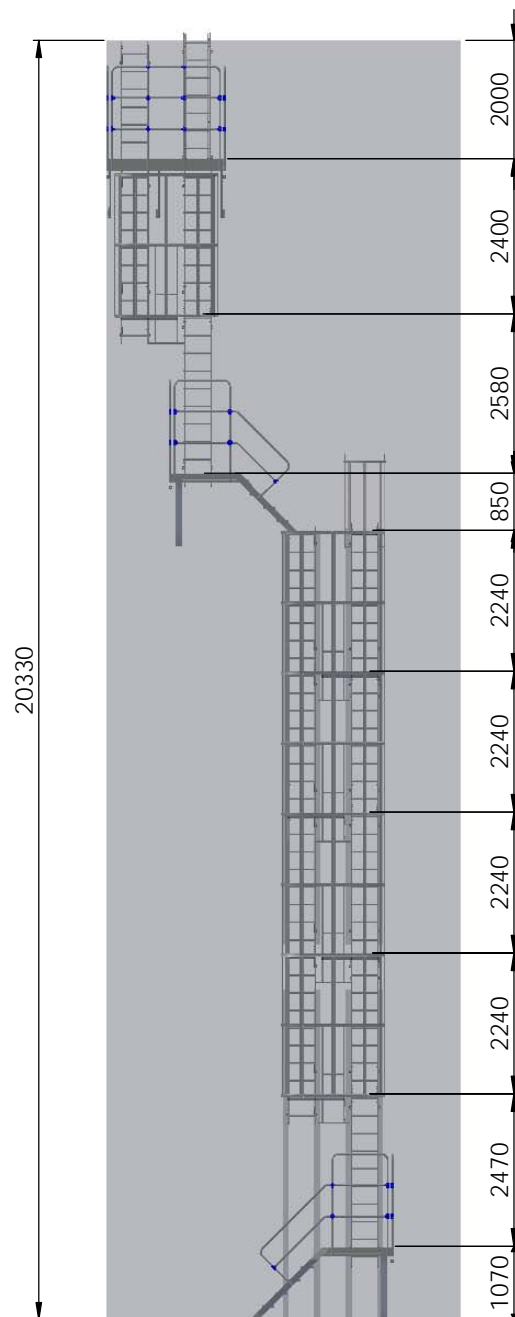
ITEM	SW-KEYWORDS	DESCRIPTION				QTY
1	E09655000	Plataforma inicial 1800x850 con Tramex				1
2	E09650800	Conjunto escala 2240 sin protección				1
3	E09650200	Conjunto escala 560 sin protección				1
4	E09655128	Altillo 5 45° Plat=1200 Al=800				1
5	E09656000	Modulo escala extensible				1
6	E09650700	Conjunto escala 1960 sin protección				1

-	1	6063 T5					-	-	-											
Posición	Cant.	Material	Medidas en bruto			T. Térmico		Recubrimiento	Peso [Kg]											
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<div><div><div>Material</div><div>Valores numéricos para medidas de longitud</div></div><table><tr><td>0,5</td><td>3</td><td>6</td><td>30</td><td>120</td><td>315</td></tr><tr><td>3</td><td>6</td><td>30</td><td>120</td><td>315</td><td>1000</td></tr></table></div>	0,5	3	6	30	120	315	3	6	30	120	315	1000	Medidas angulares (lado corto)		MEDIDAS ENTRE CENTROS			
0,5	3	6	30	120	315															
3	6	30	120	315	1000															
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<div><div><div>Material</div><div>Valores numéricos para medidas de longitud</div></div><table><tr><td>±0,1</td><td>±0,1</td><td>±0,2</td><td>±0,3</td><td>±0,5</td><td>±0,8</td></tr></table></div>	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	10	50	120	AGUJEROS DE TORNILLOS \varnothing 12		AGUJEROS DE PASADORES \varnothing 102						
±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8															
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<div><div><div>Material</div><div>Valores numéricos para medidas de longitud</div></div><table><tr><td>±0,1</td><td>±0,1</td><td>±0,2</td><td>±0,3</td><td>±0,5</td><td>±0,8</td></tr></table></div>	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1°	±30°	±20°	±10°	Suavizar aristas							
±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8															
MEDIDAS SIN TOLERANCIAS DIN7168 EN GRADO MEDIO		Fecha	Nombre																	
		Dibujado																		
		Comprobado																		
Escala 1:30		Ref. plano 19_VALL D'HEBRON																		



Col·locar baranes i
plataforma

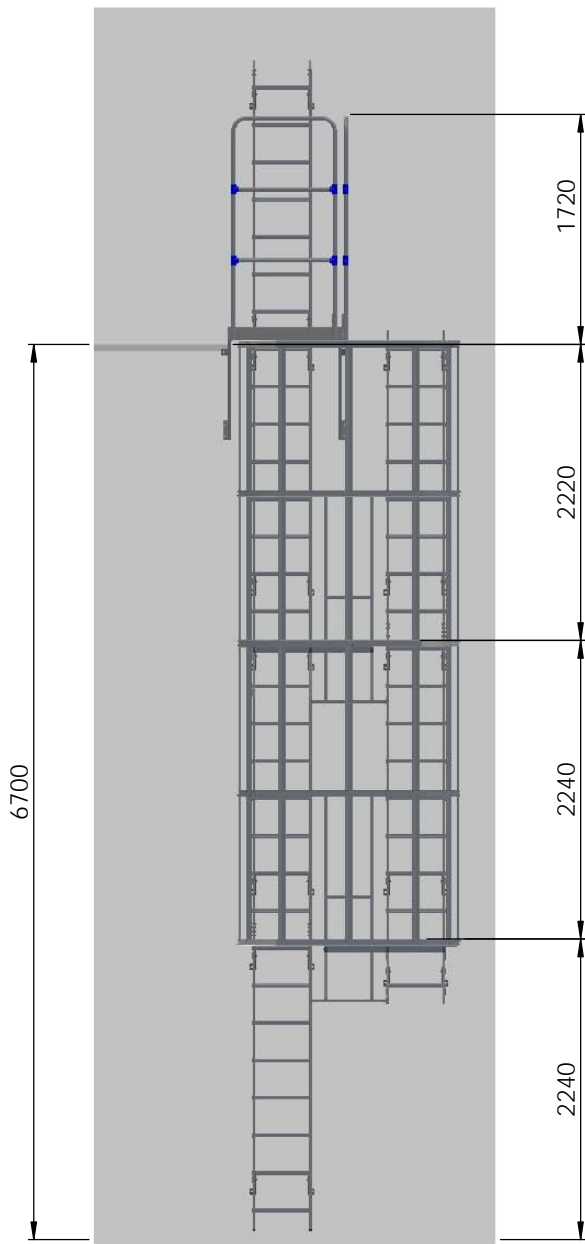
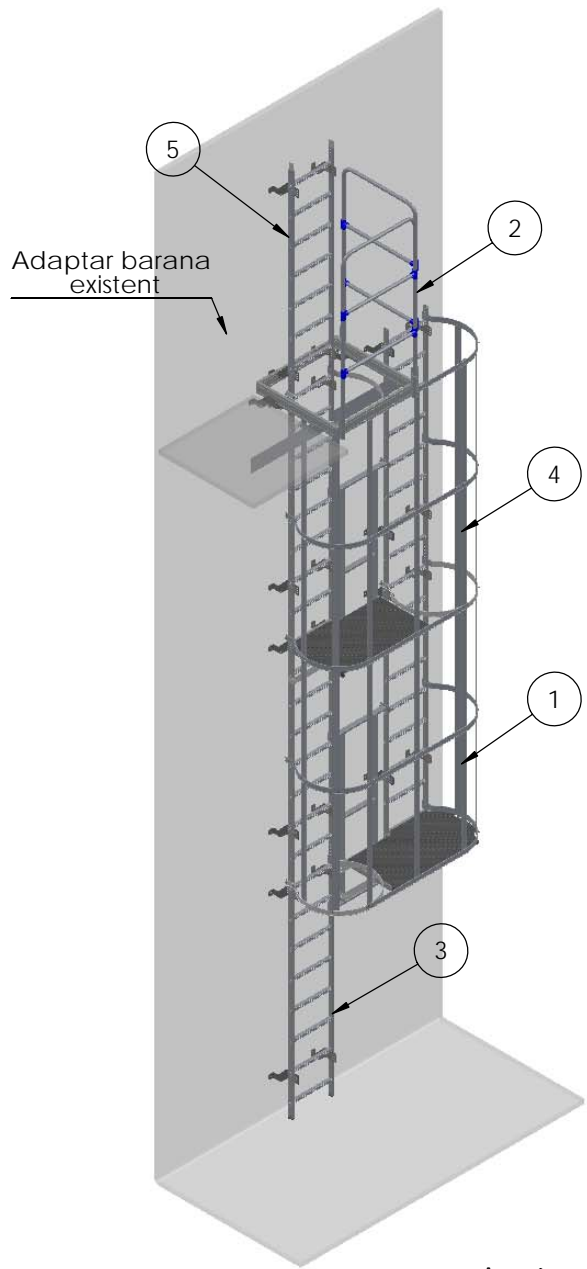
Col·locar bigues de suport



Distància superior a 2,5m

ITEM	SW-KEYWORDS	DESCRIPTION	QTY
1	E09655000	Plataforma inicial 1800x850 con Tramex	1
2	E09655100	Conjunto 2240 descansillo	2
3	E09656200	Conjunto superior sin escalera	1
4	E09652100	Conjunto inferior 2800 con protección	2
5	E09650700	Conjunto escala 1960 sin protección	1
6	E09656000	Modulo escala extensible	1
7	E09654128	Altillo 4 45° Plat=1200 AI=800	1
8	E09655101	Conjunto 2240 Empalme descansillo	3
9	E09655128	Altillo 5 45° Plat=1200 AI= 800	1

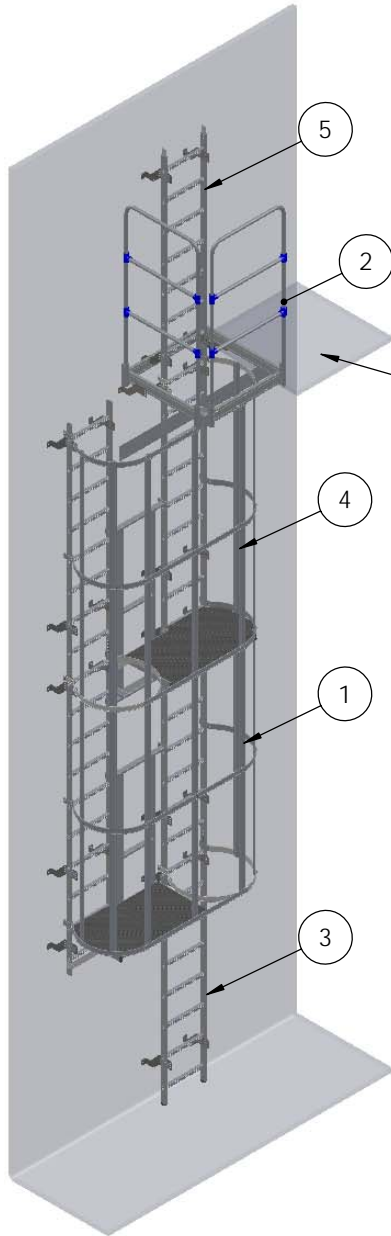
-	1	6063 T5			-								
Posición	Cant.	Material	Medidas en bruto				T. Térmico		Recubrimiento	Peso [Kg]			
<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	Valores numéricos para medidas de longitud						Medidas angulares (bado con)		MEDIDAS ENTRE CENTROS		
<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	Medidas de longitud						Medidas angulares		Medidas entre centros		
		<input checked="" type="checkbox"/>	0.5	3	6	30	120	315	10	50	120	120	ACUERDOS DE PASADORES ±0.2
		<input checked="" type="checkbox"/>	±0.1	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1°	±30'	±20'	±10'	Suavizar aristas
MEDIDAS SIN TOLERANCIAS DIN7168 EN GRADO MEDIO			Fecha			Nombre							
Dibujado													
Comprobado													
Escala 1:85									Ref. plano 20_CANYELLES				



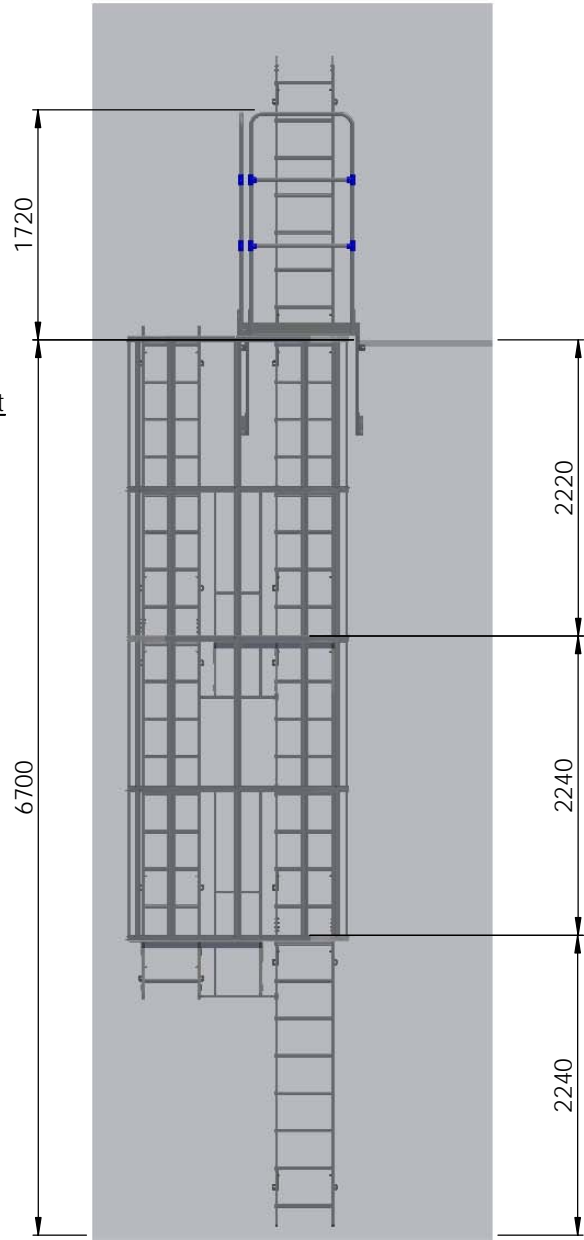
Accés per part inferior

ITEM	SW-KEYWORDS	DESCRIPTION	QTY.
1	E09655100	Conjunto 2240 descansillo	1
2	E09655301	Plataforma corta	1
3	E09651800	Conjunto inferior 2240 con protección	1
4	E09655101	Conjunto 2240 Empalme descansillo	1
5	E09650700	Conjunto escala 1960 sin protección	1

-	1	Damero 3/5	-	-	-	
Posición	Cant.	Material	Medidas en bruto	T. Térmico	Recubrimiento	Peso [Kg]
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <div>Valores numéricos para medidas de longitud</div>		<input type="checkbox"/> <div>Medidas angulares (lado corto)</div>	<input type="checkbox"/> <div>MEDIDAS ENTRE CENTROS</div>	
<input type="checkbox"/>		<div>Más del hoja 1</div>	<div>0,536301203151000</div>	<div>1050120</div>	<div>AGUJEROS DE TORNILLOS Ø12</div> <div>AGUJEROS DE PASADORES Ø102</div>	
<input type="checkbox"/>		<div>±0,1±0,1±0,2±0,3±0,5±0,8</div>	<div>±1°±30°±20°±10°</div>	Suavizar aristas		
MEDIDAS SIN TOLERANCIAS DIN7168 EN GRADO MEDIO			Fecha	Nombre		
		Dibujado				
		Comprobado				
Escala 1:40		Ref. plano 21_BAC DE RODA_MAR				



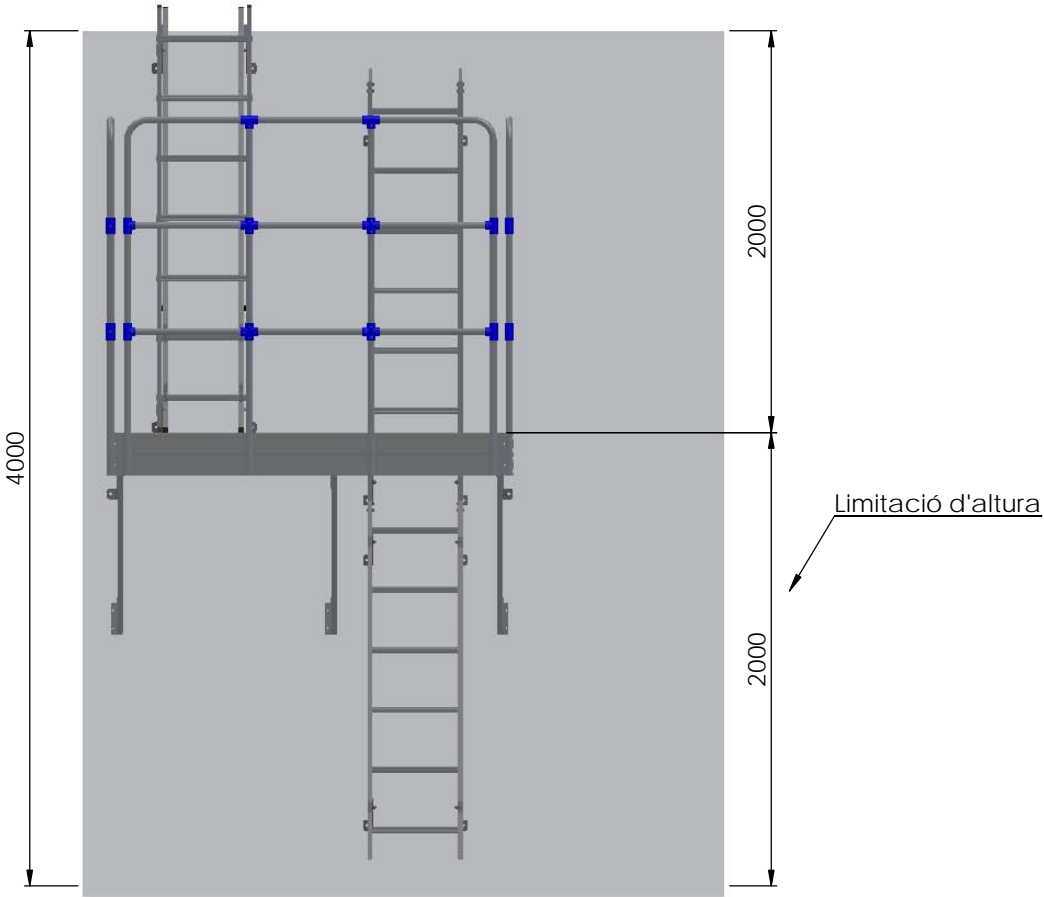
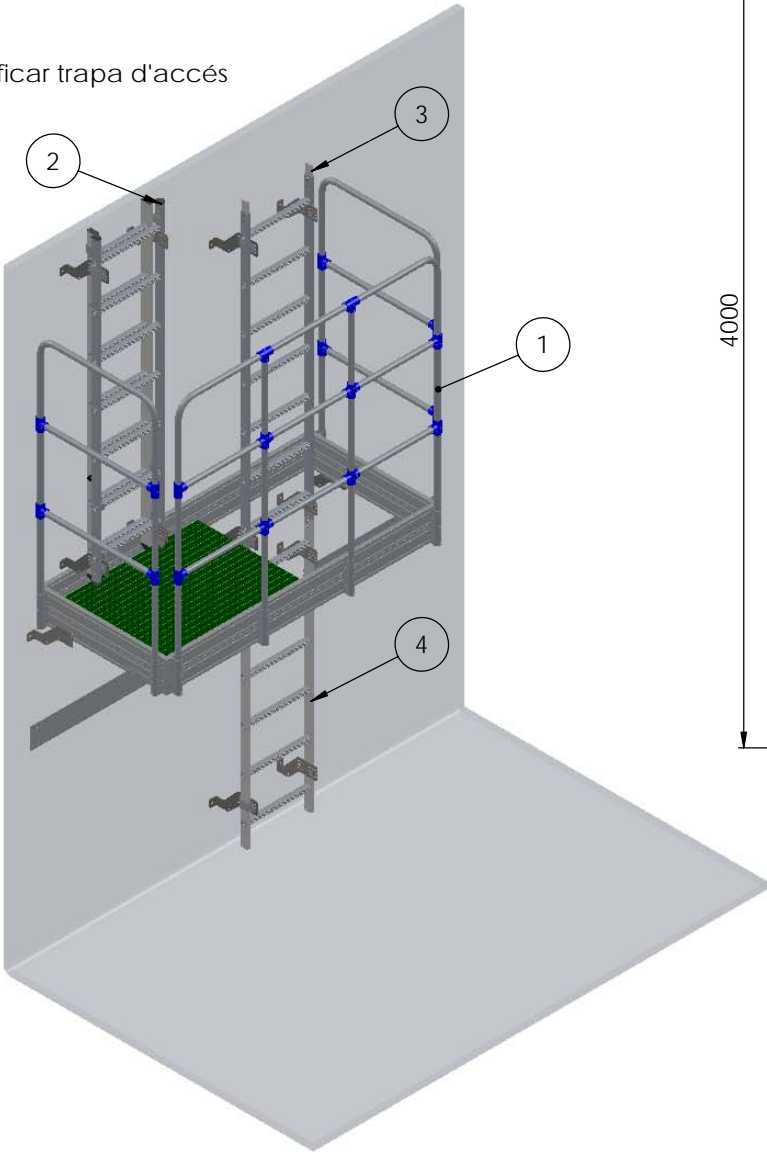
Adaptar barana existent



Accés per part inferior

ITEM	SW-KEYWORDS	DESCRIPTION										QTY.																																																
1	E09655100	Conjunto 2240 descansillo										1																																																
2	E09655300	Plataforma corta										1																																																
3	E09651800	Conjunto inferior 2240 con protección										1																																																
4	E09655101	Conjunto 2240 Empalme descansillo										1																																																
5	E09650700	Conjunto escala 1960 sin protección										1																																																
-	1	Damero 3/5					-					-																																																
Posición	Cant.	Material	Medidas en bruto					T. Térmico		Recubrimiento	Peso (Kg)																																																	
<div><div></div><div></div></div>		<div><div>Medidas de longitud</div><table><tr><td colspan="7">Valores numéricos para medidas de longitud</td><td colspan="3">Medidas angulares (lado corto)</td><td colspan="2">MEDIDAS ENTRE CENTROS</td></tr><tr><td>0,5</td><td>3</td><td>6</td><td>30</td><td>120</td><td>315</td><td>1000</td><td>10</td><td>50</td><td>120</td><td>AGUJEROS DE TORNILLOS Ø12</td><td>AGUJEROS DE PASADORES Ø102</td></tr><tr><td>3</td><td>6</td><td>30</td><td>120</td><td>315</td><td>1000</td><td></td><td>10</td><td>50</td><td>120</td><td></td><td></td></tr><tr><td>±0,1</td><td>±0,1</td><td>±0,2</td><td>±0,3</td><td>±0,5</td><td>±0,8</td><td>±1°</td><td>±30</td><td>±20</td><td>±10</td><td colspan="2">Suavizar aristas</td></tr></table></div>	Valores numéricos para medidas de longitud							Medidas angulares (lado corto)			MEDIDAS ENTRE CENTROS		0,5	3	6	30	120	315	1000	10	50	120	AGUJEROS DE TORNILLOS Ø12	AGUJEROS DE PASADORES Ø102	3	6	30	120	315	1000		10	50	120			±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1°	±30	±20	±10	Suavizar aristas											
Valores numéricos para medidas de longitud							Medidas angulares (lado corto)			MEDIDAS ENTRE CENTROS																																																		
0,5	3	6	30	120	315	1000	10	50	120	AGUJEROS DE TORNILLOS Ø12	AGUJEROS DE PASADORES Ø102																																																	
3	6	30	120	315	1000		10	50	120																																																			
±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1°	±30	±20	±10	Suavizar aristas																																																		
MEDIDAS SIN TOLERANCIAS DIN7168 EN GRADO MEDIO		Dibujado		Fecha		Nombre																																																						
		Comprobado																																																										
Escala 1:40								Ref. plano 21_BAC DE RODA_MUNTANYA																																																				

Modificar trapa d'accés



ITEM	SW-KEYWORDS	DESCRIPTION										QTY.																		
1	E09655000	Plataforma inicial 1800x850 con Tramex										1																		
2	E09656000	Modulo escala extensible										1																		
3	E09650700	Conjunto escala 1960 sin protección										1																		
4	E09650600	Conjunto escala 1680 sin protección										1																		
-	1	6063 T5						-				-																		
Posición	Cant.	Material	Medidas en bruto					T. Térmico		Recubrimiento		Peso [Kg]																		
<div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div></div>	Valores numéricos para medidas de longitud						Medidas angulares (lado corto)			MEDIDAS ENTRE CENTROS																		
			<table><tr><td>0.5</td><td>3</td><td>6</td><td>30</td><td>120</td><td>315</td></tr><tr><td>3</td><td>6</td><td>30</td><td>120</td><td>315</td><td>1000</td></tr></table>						0.5	3	6	30	120	315	3	6	30	120	315	1000	<table><tr><td>10</td><td>50</td><td>120</td></tr><tr><td>50</td><td>120</td><td></td></tr></table>			10	50	120	50	120		<table><tr><td>AGUJEROS DE TORNILLOS Ø12</td><td>AGUJEROS DE PASADORES Ø102</td></tr></table>
0.5	3	6	30	120	315																									
3	6	30	120	315	1000																									
10	50	120																												
50	120																													
AGUJEROS DE TORNILLOS Ø12	AGUJEROS DE PASADORES Ø102																													
<div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div></div>	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1°	±30	±20	±10	Suavizar aristas																	
MEDIDAS SIN TOLERANCIAS DIN7168 EN GRADO MEDIO			Fecha		Nombre																									
			Dibujado																											
			Comprobado																											
Escala 1:25												Ref. plano 22_HOSPITAL CLÍNICO																		